

MODELO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LLENADORA
TRIBLOC DE LINEA DE EMBOTELLADO EN AJECOLOMBIA, BIG COLA

NELSON JAVIER GUTIERREZ CANO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2012

MODELO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LLENADORA
TRIBLOC DE LINEA DE EMBOTELLADO EN AJECOLOMBIA, BIG COLA

NELSON JAVIER GUTIERREZ CANO

Monografía de Grado presentada como requisito para optar al el título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director: HERNAN HUMBERTO PAVA OVALLE
Ingeniero Electricista, Especialista en Gerencia de Sistemas de Ingeniería

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2012

DEDICATORIA

A mi esposa Cielo por su amor y apoyo incondicional.
A mis hijas Valenthina y Victoria por su continua inspiración y motivación.
A mi Madre Gladys y mi Padre Hernán por su ejemplo.
A mi hermano Diego por ser mi hermano.

Nelson Gutiérrez

TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABLAS.....	11
INTRODUCCION.....	15
1. RESEÑA HISTORICA DE AJEGROUP	16
1.1 Origen de Ajegroup	16
1.2 Internacionalización de ajegroup.....	17
2. RESEÑA HISTORICA DE AJECOLOMBIA	23
2.1 LINEA DE EMBOTELLADO TIPO EN AJECOLOMBIA.....	25
2.2 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO AJECOLOMBIA	40
2.2.1 Planteamiento del problema.....	40
2.2.2 Objetivo General.....	40
2.2.3 Objetivos Específicos	41
2.2.4 Justificación	42
3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	43
3.1 VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	44
3.1.1 Curva P-F	44
3.1.2 Curva I-F.....	45
3.2 DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	47
3.2.1 Recolección de Información.	50
3.2.2 Análisis de Sistemas	50
3.2.3 Identificación de Sistemas.....	50
3.2.4 Identificación de funciones de sistemas.....	51
3.2.5 Selección de Sistemas	51
3.2.6 Fallas funcionales de Sistemas y clasificación de criticidad.	52
3.2.7 Identificación de Items Funcionalmente significativos (IFSs) "Items Mantenibles"	56
3.2.8 Análisis de fallas de Items Funcionalmente significativos (IFSs).....	56
3.2.9 Selección de Tareas de Mantenimiento para (IFSs).....	57
4. DESCRIPCION FUNCIONAL	67
4.1 DESCRIPCION DE LA MAQUINA LLENADORA TRIBLOC.....	67
4.2 FLUJO DE BOTELLAS	68
4.3 RINSER ROTATIVO.....	70
4.4 DISTRIBUIDOR DEL RINSER	72
4.5 TANQUE DE LA LLENADORA	73
4.6 TRANSMISION.....	75
4.7 CILINDRO ELEVADOR.....	76
4.8 DISTRIBUIDOR DE LÍQUIDO.....	78
4.9 DISTRIBUIDOR DE AIRE	79
4.10 VÁLVULA DE LLENADO	80
4.11 ACCIONAMIENTO DE VALVULA MARIPOSA.....	82
4.12 TULIPA CENTRADORA DE BOTELLA	83
4.13 DETECTOR DE PRESENCIA DE BOTELLAS	84
4.14 COMANDOS DE LA VÁLVULA LLENADORA.....	85
4.14.1 (Comando de Apertura), Presurización del gas de contrapresión.	86
4.14.2 Comando de retorno.....	87
4.14.3 Comando de cerramiento para el alivio.....	88
4.14.4 Comando de descarga	89
4.15 LUBRICACIÓN DEL SOPORTE DE LA TULIPA.....	91
4.16 BOYAS DE DESCARGA Y DE CONTRAPRESIÓN	92
4.17 BOYA DE CONTRAPRESIÓN	94
4.18 ROSCADOR.....	95
4.18.1 Funcionamiento Roscador	97

4.19	SELECCIONADOR ALIMENTADOR DE TAPAS Y CANAL DE ALIMENTACIÓN	99
4.20	SISTEMA DE ENTREGA DE TAPAS “PICK AND PLACE”	101
4.21	CABEZAL ROSCADOR	103
4.22	CABEZA MAGNÉTICA ROSCADORA	105
5.	IDENTIFICACION DE SISTEMAS DE MAQUINA LLENADORA	106
6.	ANALISIS FUNCIONAL DE SISTEMAS DE MAQUINA LLENADORA	109
6.1	ANALISIS FUNCIONAL DE ENJUAGADOR ROTATORIO	110
6.2	ANALISIS FUNCIONAL LLENADORA ROTATORIA	114
6.3	ANALISIS FUNCIONAL DE CAPSULADOR ROTATORIO	117
6.4	ANALISIS FUNCIONAL SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	120
6.5	ANALISIS FUNCIONAL SISTEMA DE MANDO Y CONTROL	127
7.	FALLAS FUNCIONALES Y MODOS DE FALLA MAQUINA LLENADORA TRIBLOC	130
7.1	FALLAS FUNCIONALES Y MODOS DE FALLA DE ENJUAGADOR ROTATORIO	132
7.2	FALLAS FUNCIONALES Y MODOS DE FALLA DE LLENADORA ROTATORIA	135
7.3	FALLAS FUNCIONALES Y MODOS DE FALLA DE CAPSULADOR ROTATORIO	141
7.3.1	Caso de rediseño en Capsulador Rotatorio	145
7.4	FALLAS FUNCIONALES Y MODOS DE FALLA DE SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO 161	
7.5	FALLAS FUNCIONALES Y MODOS DE FALLA DE SISTEMA DE MANDO Y CONTROL.....	166
8.	ANALISIS DE CRITICIDAD DE COMPONENTES	170
9.	GENERACION DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LLENADORA TRIBLOC ...	176
10.	REPUESTOS CRITICOS PARA MAQUINA LLENADORA TRIBLOC.....	193
11.	CONCLUSIONES.....	204
	BIBLIOGRAFIA.....	206

LISTA DE FIGURAS

	Pag
Figura 1. Inicio de Operaciones AJEGROUP Ayacucho Perú 1988.....	17
Figura 2. Organigrama Corporativo AJEGROUP	19
Figura 3. Operaciones AJEGROUP Tailandia 2011	20
Figura 4. Evolución Histórica de Ajegroup	22
Figura 5. Presencia de Ajegroup en el Mundo	22
Figura 6. Evolución Histórica de AJECOLOMBIA	23
Figura 7. Organigrama AJECOLOMBIA centrado en Manufactura y Mantenimiento	24
Figura 8. Línea Tipo de Bebida Carbonatada, "LINEA 03"	25
Figura 9. Sopladora línea de embotellado.....	26
Figura 10. Transportador Neumático.....	27
Figura 11. Arreglo de Transportador Neumático	27
Figura 12. Diagrama de Flujo Etiquetadora.....	28
Figura 13. Etiquetadora SACMI.....	29
Figura 14. Diagrama de Flujo MIXER.....	30
Figura 15. MIXER MESAL.....	30
Figura 16. Partes de Mixer MESAL	31
Figura 17. Intercambiador Amoniaco-Bebida	31
Figura 18. Carbonatador MESAL	32
Figura 19. TRIBLOC MESAL.....	33
Figura 20. TRIBLOC MESAL.....	34
Figura 21. Transportador Ingreso Rinser	34
Figura 22. Enjuagado de Botellas	35
Figura 23. Llenadora MESAL	36
Figura 24. Llenado MESAL	36
Figura 25. Capsulador.....	37
Figura 26. Transportador de Cadena	38
Figura 27. Empacadora TECMI.....	39
Figura 28. Curva P-F	45
Figura 29. Curva I-F	46
Figura 30. Actividades para el desarrollo de un programa de Mantenimiento Preventivo basado en confiabilidad.....	49
Figura 31. Árbol de Decisión, Análisis MP Nivel 1.....	59
Figura 32. Árbol de Decisión, Nivel 2, Falla Evidente.....	62
Figura 33. Árbol de Decisión, Nivel 2, Falla Oculta	63
Figura 34. Flujo de Botellas, Llenadora TRIBLOC	69
Figura 35. Rinser Rotativo.....	71
Figura 36. Distribuidor del Rinser.....	72
Figura 37. Tanque de la llenadora.....	74
Figura 38. Tren de Transmisión	75
Figura 39. Cilindro Elevador.....	77
Figura 40. Distribuidor de Líquido.....	78
Figura 41. Distribuidor de Aire.....	79

Figura 42. Válvula de llenado	81
Figura 43. Mariposa de apertura Válvula	82
Figura 44. Mariposa de apertura Válvula	83
Figura 45. Detector de Presencia de Botellas	84
Figura 46. Ciclo de llenado.....	85
Figura 47. Gasificación de Botella Vacía.....	86
Figura 48. Comando de Retorno de Valvula	87
Figura 49. Comando de Cierre de Válvula	88
Figura 50. Comando de descarga de Válvula	90
Figura 51. Lubricación Soporte de Tulipa.....	91
Figura 52. Boya de Descarga.....	93
Figura 53. Boya de Contrapresión.....	94
Figura 54. Vista Superior Roscador	96
Figura 55. Funcionamiento Roscador	98
Figura 56. Alimentador de Tapas	100
Figura 57. Canal de alimentación de tapas.....	100
Figura 58. Sistema de entrega de tapas “Pick and Place”	102
Figura 59. Cabezal Roscador.....	103
Figura 60. Ciclo Cabezal Roscador.....	104
Figura 61. Cabezal Roscador Magnético	105
Figura 62. Sistemas Funcionales llenadora TRIBLOC, Grupo 1	107
Figura 63. Sistema de Transmisión Mecánico.....	108
Figura 64. Fronteras Enjuagador Rotatorio	110
Figura 65. Sistema de Volteo de Botella	111
Figura 66. Sistema de Soporte Mecánico del Enjuagador	111
Figura 67. Fronteras llenadora Rotatoria.....	114
Figura 68. Fronteras Capsulador Rotatorio	117
Figura 69. Sistema de engranajes NIVEL 1	120
Figura 70. Sistema de Engranajes NIVEL 2.....	121
Figura 71. Moto-reductor Principal llenadora TRIBLOC 11 kW	122
Figura 72. Reductor Capsulador 11 kW	122
Figura 73. Acople Elastomérico AT-70.....	123
Figura 74. Consola de Mando	127
Figura 75. Tablero Principal	128
Figura 76. Elementos de Seguridad	128
Figura 77. Planilla de Análisis de Falla funcionales y modos de falla campos (i a vii).131	
Figura 78. Planilla de Análisis de Falla funcionales y modos de falla campos (viii a xi)	
.....	131
Figura 79. Planilla de Análisis de Falla funcionales y modos de falla campos (xii a xviii)	
.....	132
Figura 80. Aplicación de Fuerza vertical en proceso de capsulado.....	145
Figura 81. Corte de Piston Roscador Original de capsulador Rotatorio	146
Figura 82. Fotografía Piston Roscador Original de capsulador Rotatorio.....	147
Figura 83. Camisa de pistón Roscador Original	148
Figura 84. Partes de Camisa de pistón Roscador Original.....	148
Figura 85. Camisa Original Piston roscador, Capsulador Rotatorio	150

Figura 86. Camisa Modificada Piston roscador, Capsulador Rotatorio	150
Figura 87. Modificación mecanismo carga vertical Pistón Roscador.....	151
Figura 88. Eje soporte de seguidor de leva original	153
Figura 89. Eje soporte de seguidor de leva original	153
Figura 90. Falla de rosca en Eje soporte de seguidor de leva.	154
Figura 91. Falla de rosca en camisa capsulador.....	154
Figura 92. Eje soporte seguidor de leva modificado.....	155
Figura 93. Fotografía Eje soporte seguidor de leva modificado	156
Figura 94. Fotografía modificación camisa soporte seguidor de leva.....	156
Figura 95. Fotografía modificación camisa soporte seguidor de leva.....	157
Figura 96. Fotografía detalle fijación soporte seguidor de leva.	157
Figura 97. Comparación pistones roscadores original y propuesto.....	160
Figura 98. Dinámica de Inventario de Repuestos.....	195

LISTA DE TABLAS

	Pag
Tabla 1. Severidad de Fallas (S).....	54
Tabla 2. Probabilidad de Ocurrencia de Fallas (P).....	55
Tabla 3. Peso Relativo del NPR.....	55
Tabla 4. Sistemas y Subsistemas llenadora TRIBLOC	106
Tabla 5. Análisis Funcional Enjuagador Rotatorio (1 de 2)	112
Tabla 6. Análisis Funcional Enjuagador Rotatorio (2 de 2)	113
Tabla 7. Análisis Funcional llenadora rotatoria (1 de 2)	115
Tabla 8. Análisis Funcional llenadora rotatoria (2 de 2)	116
Tabla 9. Análisis Funcional Capsulador Rotatorio (1 de 2)	118
Tabla 10. Análisis Funcional Capsulador Rotatorio (2 de 2)	119
Tabla 11. Backlash Permissible Reductor SEW KF97, i_{tot} 96.8	123
Tabla 12. Análisis Funcional Sistema de Transmisión Mecánico (1 de 3).....	124
Tabla 13. Análisis Funcional Sistema de Transmisión Mecánico (2 de 3).....	125
Tabla 14. Análisis Funcional Sistema de Transmisión Mecánico (3 de 3).....	126
Tabla 15. Análisis Funcional Sistema de Mando y Control	129
Tabla 16. Fallas Funcionales y Modos de Falla Enjuagador Rotatorio (1 de 2)	133
Tabla 17. Fallas Funcionales y Modos de Falla Enjuagador Rotatorio (2 de 2)	134
Tabla 18. Fallas Funcionales y Modos de Falla llenadora Rotatoria (1 de 5).....	136
Tabla 19. Fallas Funcionales y Modos de Falla llenadora Rotatoria (2 de 5).....	137
Tabla 20. Fallas Funcionales y Modos de Falla llenadora Rotatoria (3 de 5).....	138
Tabla 21. Fallas Funcionales y Modos de Falla llenadora Rotatoria (4 de 5).....	139
Tabla 22. Fallas Funcionales y Modos de Falla llenadora Rotatoria (5 de 5).....	140
Tabla 23. Fallas Funcionales y Modos de Capsulador Rotatorio (1 de 3).....	142
Tabla 24. Fallas Funcionales y Modos de Capsulador Rotatorio (2 de 3).....	143
Tabla 25. Fallas Funcionales y Modos de Capsulador Rotatorio (3 de 3).....	144
Tabla 26. Características seguidor de leva original capsulador rotatorio.	158
Tabla 27. Características seguidor de leva propuesto capsulador rotatorio.....	158
Tabla 28. Fallas Funcionales y Modos de Sistema de Transmisión Mecánico (1 de 4)	162
Tabla 29. Fallas Funcionales y Modos de Sistema de Transmisión Mecánico (2 de 4)	163
Tabla 30. Fallas Funcionales y Modos de Sistema de Transmisión Mecánico (3 de 4)	164
Tabla 31. Fallas Funcionales y Modos de Sistema de Transmisión Mecánico (4 de 4)	165
Tabla 32. Fallas Funcionales y Modos de Sistema de Mando y Control (1 de 3).....	167
Tabla 33. Fallas Funcionales y Modos de Sistema de Mando y Control (2 de 3).....	168
Tabla 34. Fallas Funcionales y Modos de Sistema de Mando y Control (3 de 3).....	169
Tabla 35. Clasificación de Componentes críticos (1 de 3)	171
Tabla 36. Clasificación de Componentes críticos (2 de 3)	172

Tabla 37. Clasificación de Componentes críticos (3 de 3)	173
Tabla 38. Distribución de Componentes críticos por NPR	174
Tabla 39. Distribución de Componentes críticos por NPR y Sistema.....	174
Tabla 40. Plan de Mantenimiento Preventivo Mensual para llenadora TRIBLOC (1 de 2)	178
Tabla 41. Plan de Mantenimiento Preventivo Mensual para llenadora TRIBLOC (2 de 2)	179
Tabla 42. Resumen de Plan de Mantenimiento Preventivo Mensual llenadora TRIBLOC	180
Tabla 43. Plan de Mantenimiento Preventivo Bimestral para llenadora TRIBLOC.....	181
Tabla 44. Resumen de Plan de Mantenimiento Preventivo Bimestral llenadora TRIBLOC.....	182
Tabla 45. Plan de Mantenimiento Preventivo Trimestral para llenadora TRIBLOC.....	183
Tabla 46. Resumen de Plan de Mantenimiento Preventivo Trimestral llenadora TRIBLOC.....	184
Tabla 47. Plan de Mantenimiento Preventivo (4 meses) para llenadora TRIBLOC.....	185
Tabla 48. Resumen de Plan de Mantenimiento Preventivo (4 mees) llenadora TRIBLOC	186
Tabla 49. Plan de Mantenimiento Preventivo Semestral para llenadora TRIBLOC (1 de 2).....	187
Tabla 50. Plan de Mantenimiento Preventivo Semestral para llenadora TRIBLOC (2 de 2).....	188
Tabla 51. Resumen de Plan de Mantenimiento Preventivo Semestral llenadora TRIBLOC.....	189
Tabla 52. Plan de Mantenimiento Preventivo Anual para llenadora TRIBLOC.....	190
Tabla 53. Resumen de Plan de Mantenimiento Preventivo Anual llenadora TRIBLOC	191
Tabla 54. Plan Maestro de Mantenimiento Preventivo Anual para llenadora TRIBLOC	192
Tabla 55. Máximos y Mínimos repuestos llenadora TRIBLOC (1 de 6).....	198
Tabla 56. Máximos y Mínimos repuestos llenadora TRIBLOC (2 de 6).....	199
Tabla 57. Máximos y Mínimos repuestos llenadora TRIBLOC (3 de 6).....	200
Tabla 58. Máximos y Mínimos repuestos llenadora TRIBLOC (4 de 6).....	201
Tabla 59. Máximos y Mínimos repuestos llenadora TRIBLOC (5 de 6).....	202
Tabla 60. Máximos y Mínimos repuestos llenadora TRIBLOC (6 de 6).....	203

RESUMEN

TITULO: MODELO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LLENADORA TRIBLOC DE LINEA DE EMBOTELLADO EN AJECOLOMBIA, BIG COLA.*

AUTOR: NELSON JAVIER GUTIERREZ CANO.**

PALABRAS CLAVE: LLENADORA, PREVENTIVO, FUNCIONAL, CAPSULADOR, ENJUAGADOR, BEBIDA, BOTELLA, GAS CARBONICO.

Este trabajo de grado tiene como objeto tomar conceptos, técnicas, estrategias y teorías estudiadas en la especialización en Gerencia de Mantenimiento y aplicarlas al desarrollo de un modelo de mantenimiento preventivo de una llenadora tribloc (enjuagador, llenadora y capsulador) de bebida carbonatada en la empresa AJECOLOMBIA (BIG COLA).

El enfoque de este trabajo empieza con la revisión de la teoría del mantenimiento preventivo y sus ventajas en los sistemas industriales orientando este plan preventivo hacia la conservación de las funciones de los sistemas.

El desarrollo del plan de mantenimiento preventivo empieza con la identificación de los sistemas y subsistemas de la maquina llenadora, una vez se identifican estos sistemas se ejecuta un análisis funcional de cada uno de estos sistemas para seguir con la identificación de las fallas funcionales asociadas y sus modos de falla. A partir de esta información se plantean tareas efectivas económicamente viables, frecuencias, y recursos necesarios, la conjugación de esta información conforma el plan de mantenimiento preventivo.

Uno de los aspectos más importantes de este enfoque radica en que en algunos casos para desarrollar el plan de mantenimiento es necesario rediseñar determinado componente de un sistema, este rediseño resulta de aplicar un proceso sistemático al equipo en análisis.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Director : Hernan Humberto Pava Ovalle, Ingeniero Electricista.

ABSTRACT

TITLE: MODEL OF PREVENTIVE MAINTENANCE FOR FILLER MACHINE TRIBLOC OF BOTTLING LINE IN AJECOLOMBIA, BIG COLA.*

AUTHOR: NELSON JAVIER GUTIERREZ CANO.**

KEYWORDS: FILLER, PREVENTIVE, FUNCTIONAL, CAPPER, RINSER, BEVERAGE, BOTTLE, CARBONIC GAS, FAIL.

This degree work aims to take concepts, strategies and theories studied during the specializing in Managment Maintenance and apply them to the depeloment of a model of preventive maintenance of a filler machine tribloc (rinser, filler and capper) of carbonated beverage in the company AJECOLOMBIA (BIG COLA).

The focus of this paper begins with the review of preventive maintenance theory and its advantages in industrial systems guiding this preventive plan toward system functions conservation.

The development of preventive maintenance plan begins with the identification of systems and subsystems of filler machine once these systems are identified is performed a functional analysis of each system, to continue with the identification of functional fails and its failure modes. From this information are proposed economically viable and efective tasks, frecuencies, and necessary resources, the combination of this information forms the preventive maintenance plan.

One of the most important aspects of this approach, is that in some cases to develop the preventive maintenance plan is necessary to redesign certain component of a system, this redesign comes from an systematic process.

* Monograph

** School of Mechanical Engineering. Maintenance Managment Specialization. Director : Hernan Humberto Pava Ovalle, Electric Engineer

INTRODUCCION

La industria de las bebidas pertenece al segmento de la industria de consumo masivo, en este tipo de industrias los márgenes de utilidad están determinados por la economía de escala, por lo tanto mientras se optimicen las eficiencias de desempeño de los equipos los márgenes de utilidad serán mayores ya que los costos de producción se optimizan.

La industria de las bebidas carbonatadas con envase PET se caracteriza por un alto consumo energético en cuanto a los servicios centrales requeridos para el funcionamiento de la línea, entre otros se cuenta con sistemas de refrigeración, sistemas de aire de alta presión, sistemas de calefacción de preforma etc. el alto costo de operación de estos sistemas se cargara al costo de la bebida producida durante determinado periodo, por lo tanto el desempeño de los equipos de línea determina en gran medida la optimización de estos costos. En este trabajo se ha tomado la llenadora TRIBLOC para el desarrollo de un modelo de mantenimiento preventivo que contribuya a la mejora en el desempeño de la maquina y por lo tanto de la línea. Esta máquina posee importantes características en cuanto a balance de la línea de producción ya que la velocidad o cadencia de esta máquina determina a su vez la cadencia de las maquinas adelante y atrás de la llenadora y por lo tanto la cadencia de producción de la línea, por otro lado variables de calidad del producto terminado, como nivel de llenado, torque de capsulado, volumen de carbonatación se obtienen en este equipo.

AJECOLOMBIA (BIG COLA), es una empresa que pertenece a la multinacional peruana AJEGROUP con 24 años de antigüedad, en Colombia el grupo AJE empezó sus operaciones en el año 2007 con un crecimiento vertiginoso, una de las estrategias de este grupo consiste en lanzamientos de productos rápidos que exigen de las líneas de producción versatilidad, flexibilidad, eficiencia y confiabilidad, este trabajo contribuye a la optimización de estas características y por lo tanto de la metas de negocio de la compañía.

1. RESEÑA HISTORICA DE AJEGROUP

1.1 ORIGEN DE AJEGROUP

AJEGROUP comenzó sus operaciones en Perú vendiendo refrescos puerta a puerta. El éxito logrado en Perú ha permitido a la empresa desarrollar nuevas operaciones en otros países donde ha podido ofrecer refrescos de calidad con una amplia diferencia de precios respecto a marcas líderes en esos mercados. Sus productos se ofrecen al “precio justo”. Su marca bandera en Perú, Kola Real, ha contribuido significativamente a las ventas de AJEGROUP. Sin embargo, año a año la empresa ha desarrollado una estrategia para diversificar su variedad de productos y ofrecer un amplio número de categorías tales como agua de mesa, bebidas deportivas, jugos, cerveza, entre otros. AJEGROUP en Perú es más que una historia de éxito. Desde su fundación ha buscado brindar bebidas de calidad internacional a un precio justo, porque cree que es la forma más efectiva de desarrollar nuevos mercados. Menos inversión en publicidad y más valor en los productos; cobertura de las necesidades de segmentos de bajos recursos; comercialización propia de sus productos; procesos innovadores que les permiten optimizar costos; equipo de trabajo ligero y eficiente administración de sus operaciones; y, sin lugar a dudas, un notable espíritu emprendedor, son algunas de las características que han marcado en desarrollo de AJEGROUP no solo en Perú sino en los otros diez países donde actualmente distribuye sus productos. ¹

¹ AJE, Ganas de Trabajar, LA HISTORIA DE AJE. p.7, [en línea]. <<http://www.ajegroup.com/images/aje-tomo2-espanol.pdf>> [Citado 15 de Junio de 2012].

Figura 1. Inicio de Operaciones AJEGROUP Ayacucho Perú 1988



Fuente. AJE, Ganas de Trabajar, LA HISTORIA DE AJE. p.6. [en línea].
<<http://www.ajegroup.com/images/aje-tomo1-espanol.pdf>>

1.2 INTERNACIONALIZACIÓN DE AJEGROUP

La decisión de internacionalizar AJE surgió a partir de una realidad el mercado peruano es pequeño. Y la experiencia que el Grupo ganó operando en el Perú durante siete años hizo posible que asumieran el reto. El posicionamiento de calidad a precio justo atrae a alrededor del 30% del mercado y ante la débil presencia de esas marcas en el Perú, el segmento fue captado y dominado por la primera empresa que logró hacer que su marca fuese financieramente viable. Y esa marca fue Kola Real, que lo logró con un precio justo. Pero la realidad era que ese tipo de marcas llega a un techo de participación de mercado de 15% a 20%, de modo que AJE comprendió que debía ampliar su mercado, primero ingresando a nuevas categorías y luego extendiendo sus operaciones fuera de las fronteras peruanas. Cuando una empresa alcanza una posición económica y financiera que le permite ejecutar nuevas inversiones, tiene que analizar dónde asignará esos recursos para que le rindan la máxima rentabilidad. Una alternativa es invertir en marketing con el fin de aumentar su participación de mercado y de ese modo de competir directamente con otras marcas. Pero AJE siempre ha optado por una alternativa más rentable: invertir en la expansión de sus marcas en nuevos mercados y en el desarrollo de nuevos atributos para las categorías en las que

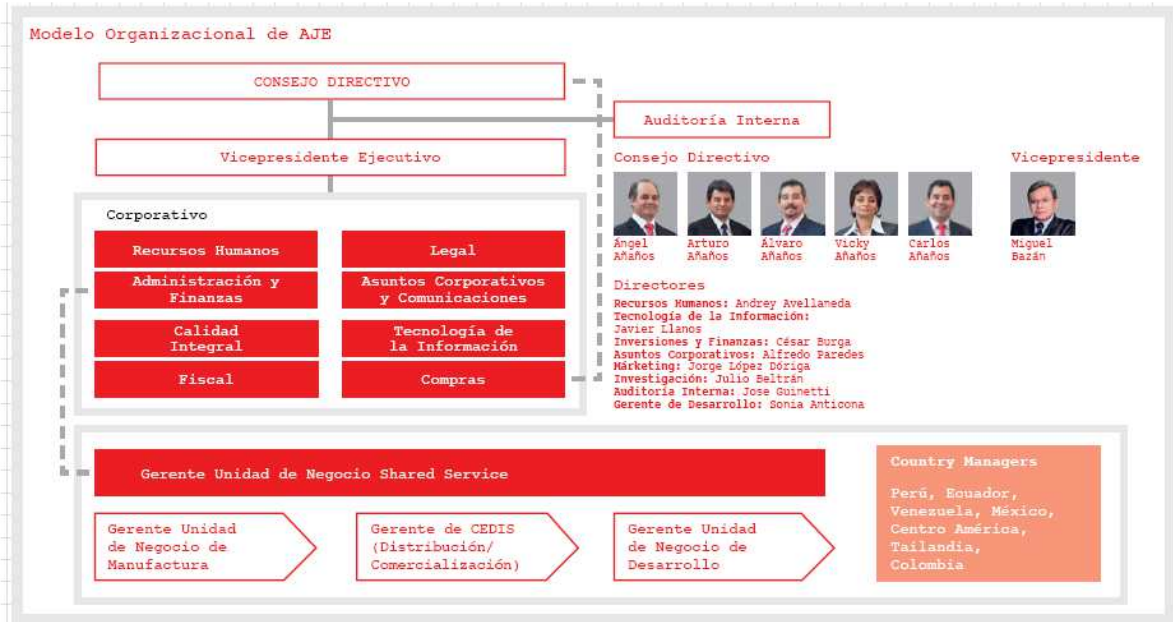
incursiona (precio justo, sabor, envase, presentación). De esa forma, el Grupo busca un crecimiento planificado y ordenado construyendo nichos de mercado de forma robusta. Ello significa que la competencia con las otras marcas no es frontal, pues lo que AJE hace es crear nuevos consumidores para las categorías a las que ingresa. Fue por ello que a mediados de 1999, los Añaños tuvieron que decidir entre darle un posicionamiento al producto, lo que implicaría una fuerte inversión en publicidad, o utilizar esos recursos para entrar a otros mercados fuera del Perú. El factor principal de esa decisión

fue considerar que es mejor tener una participación de mercado sostenible en más países que una participación algo más alta en un solo mercado (Perú), ya que esta segunda opción

implicaría destinar mayores inversiones en publicidad. Además, era claro que la internacionalización era un paso inevitable si la empresa deseaba seguir expandiéndose puesto que el mercado peruano de gaseosas (refrescos) apenas representaba el 1% del latinoamericano. Desde que inició su expansión al extranjero, AJE ha estado absorbiendo participación de mercado con su oferta de bebidas de calidad y a precios por debajo de los de su competencia, la que principalmente está compuesta por marcas globales².

² AJE, El planeta es grande, LA INTERNACIONALIZACION CON EL PRECIO JUSTO. p.52-53, [en línea]. <<http://www.ajegroup.com/images/aje-tomo2-espanol.pdf>> [Citado 15 de Junio de 2012].

Figura 2. Organigrama Corporativo AJEGROUP



Fuente. AJE, Ganas de Trabajar, LA HISTORIA DE AJE. p.52-53, [en línea].
<http://www.ajegroup.com/images/aje-tomo2-espanol.pdf>

Figura 3. Operaciones AJEGROUP Tailandia 2011

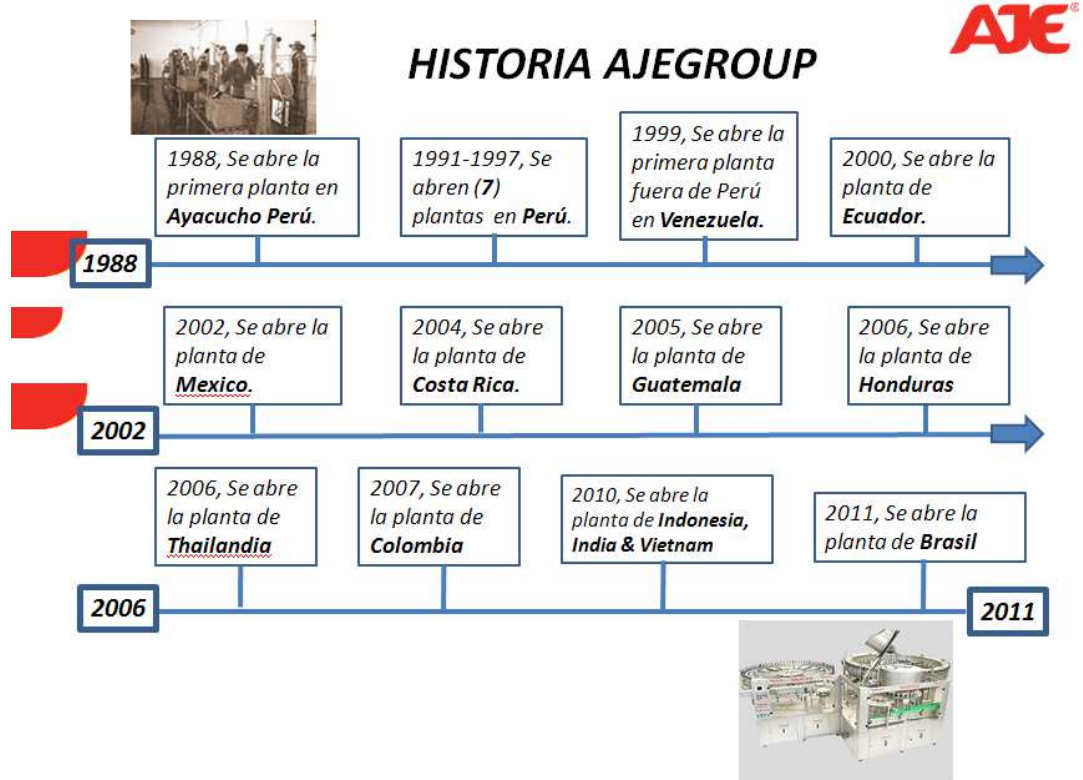


Fuente. AJE, El planeta es grande, LA INTERNACIONALIZACION CON EL PRECIO JUSTO. p.49. [en línea]. <<http://www.ajegroup.com/images/aje-tomo2-espanol.pdf>>

Salir al exterior significaba consolidar los procesos y las operaciones de la empresa, algo que solo se conseguiría institucionalizando su manera de trabajar de modo que pudiera ser replicada en todos los mercados en los que se instalaría. El primero fue Venezuela, en 1999; luego vino Ecuador, el 2002, aunque ya se exportaba Kola Real desde la planta en Sullana (en el departamento peruano de Piura) cercana a la frontera. Ese mismo año se emprendió el proyecto de internacionalización más ambicioso: abrir operaciones en México. Los primeros resultados de la expansión no se hicieron esperar. Desde 1997 y en solo cinco años, las ventas de refrescos de AJE se multiplicaron por veinte, es decir, cerca de 2,000%, desde 35.9 millones de litros – cuando solo se operaba en Perú– hasta 724.4 millones de litros en los primeros cuatro mercados latinoamericanos donde se había instalado. A fines del 2008, AJE tenía presencia en Perú, Ecuador, Venezuela, Costa Rica, México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Tailandia. Cuenta con 22 plantas (cuatro de ellas en México) de embotellado, cuatro de inyección y una de cerveza; 120 centros de distribución y alrededor de 10,000 trabajadores directos e indirectos³.

³ AJE, El planeta es grande, LA INTERNACIONALIZACION CON EL PRECIO JUSTO p.18, [en línea]. <<http://www.ajegroup.com/images/aje-tomo2-espanol.pdf>> [Citado 15 de Junio de 2012].

Figura 4. Evolución Histórica de Ajegroup



Fuente. El autor

Figura 5. Presencia de Ajegroup en el Mundo



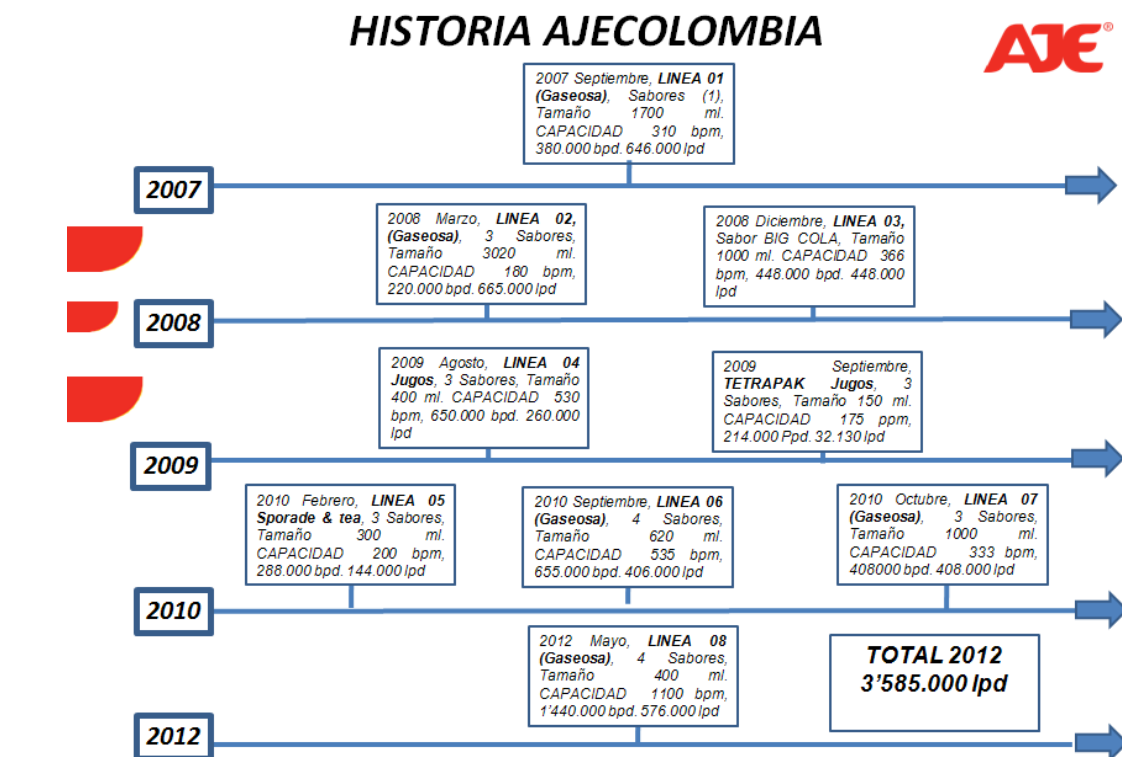
Fuente. El autor

2. RESEÑA HISTORICA DE AJECOLOMBIA

AJEGROUP inicio sus operaciones en Colombia en el año 2007 con una planta de producción ubicada en Funza, la subsidiaria en Colombia de esta multinacional se denomino AJECOLOMBIA.

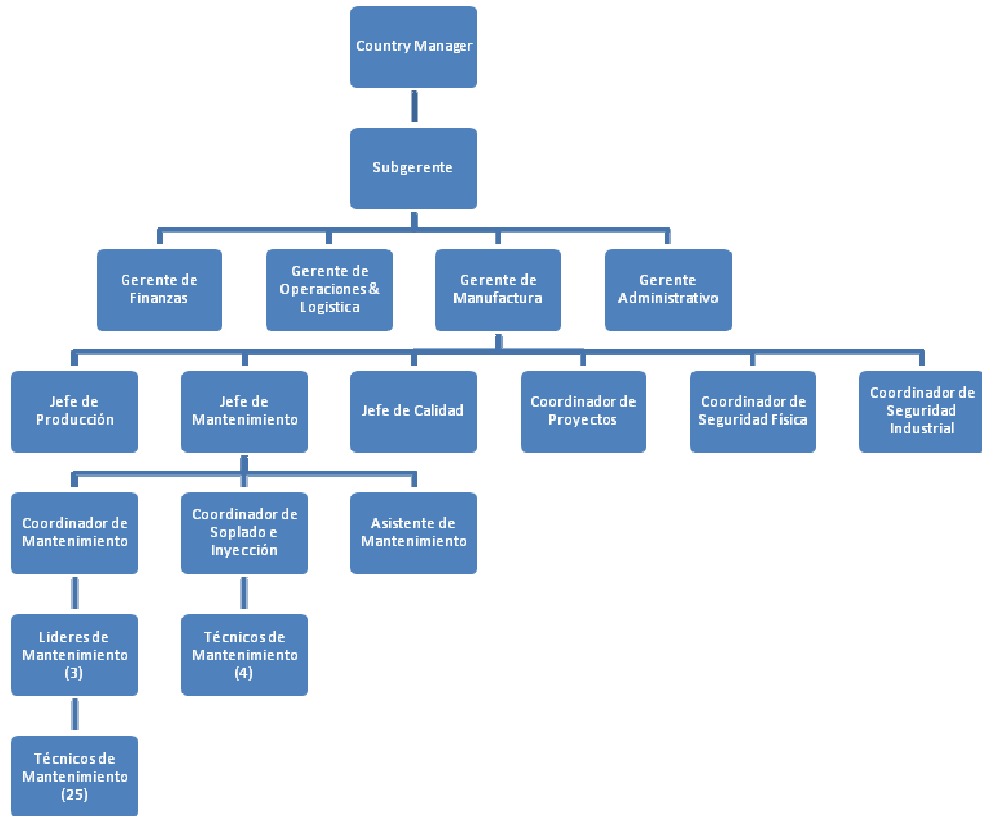
La proyección inicial de Ajegroup en Colombia fue de instalar tres líneas de Producción en tres años. Sin embargo la gran acogida de los productos acelero el montaje de nuevas líneas, de tal manera que en el año 2012 AJECOLOMBIA cuenta con 9 líneas de producción junto con la planta de inyección en la que se producen los envases PET y las tapas de los productos de la compañía.

Figura 6. Evolución Histórica de AJECOLOMBIA



Fuente. El autor

Figura 7. Organigrama AJECOLOMBIA centrado en Manufactura y Mantenimiento

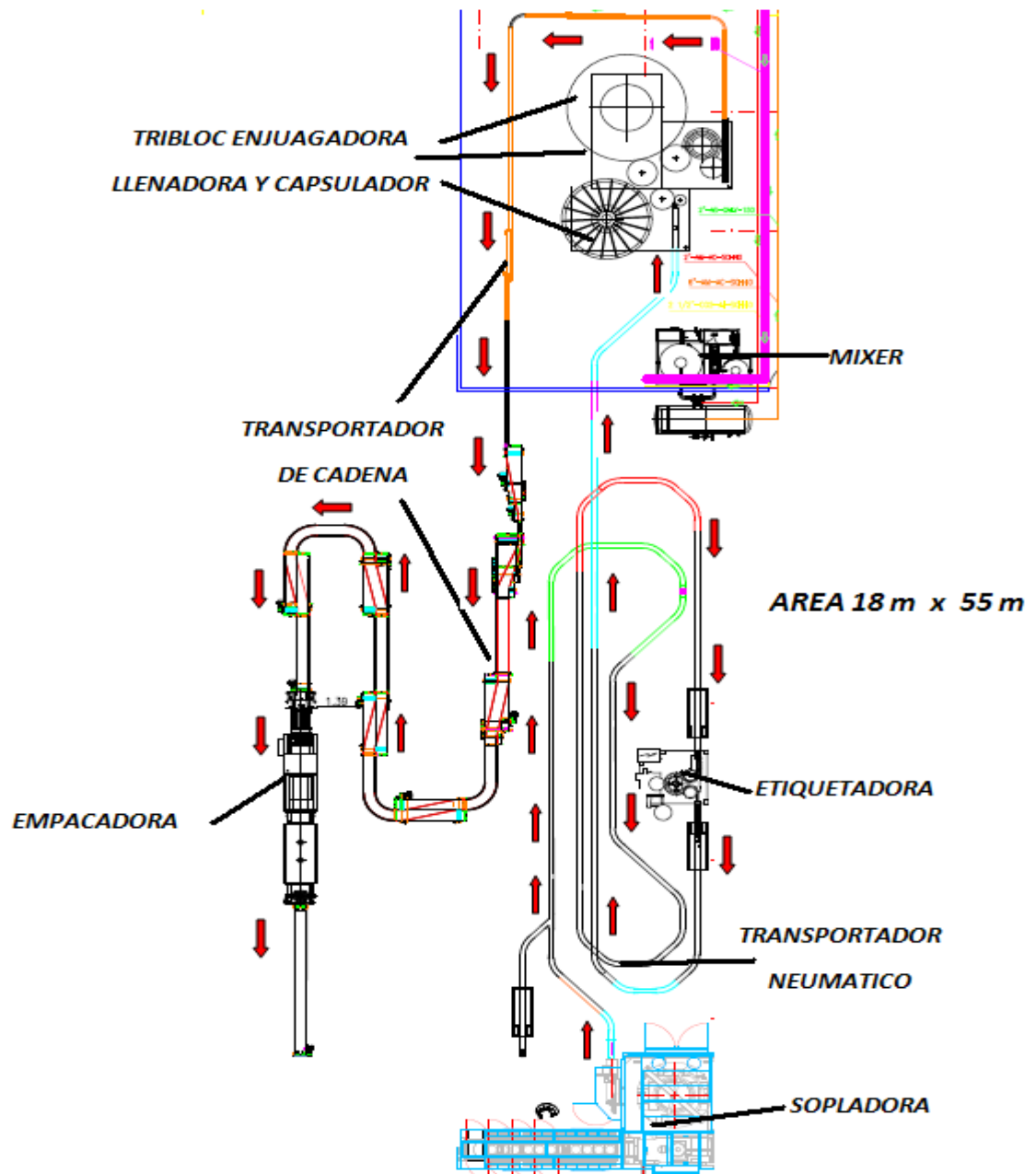


Fuente. El autor

2.1 LINEA DE EMBOTELLADO TIPO EN AJECOLOMBIA

PROCESO (Línea Tipo de bebida carbonatada)

Figura 8. Línea Tipo de Bebida Carbonatada, "LINEA 03"



Fuente. El autor

A continuación se describe el proceso en una línea de embotellado estándar de productos carbonatados en AJECOLOMBIA.

Cada línea cuenta con los siguientes equipos principales:

SOPLADORA: Esta máquina transforma las preformas PET en botellas cuyo tamaño depende el tamaño de molde que este montado en la maquina, la capacidad de esta máquina varía según el tamaño de la botella de (20.000 a 30.000) bph “botellas por hora”, la preforma es calentada a 120C° desde temperatura ambiente, se requiere de aire comprimido en condiciones de filtrado adecuadas para llevar a cabo el soplado ((1800 m³/h, Aspiracion), descarga @ 600 psig, Potencia compresor 650 hp).

Figura 9. Sopladora línea de embotellado



Fuente. El autor

MARCA: SIPA

MODELO: SFR-20

CAPACIDAD: 30.000 bph @ 400 ml

TRANSPORTADORES NEUMATICOS: Este equipo cumple dos funciones, la primera es llevar las botellas sopladitas a la maquina etiquetadora, la segunda es servir como almacén de botellas para la maquina etiquetadora con el fin de mantener un cadencia constante en la línea. Este equipo esta compuesta de ventiladores radiales y ductos especiales que permiten a la botella viajar rápidamente a través del mismo.

Figura 10. Transportador Neumático



Fuente. El autor

Figura 11. Arreglo de Transportador Neumático



Fuente. El autor

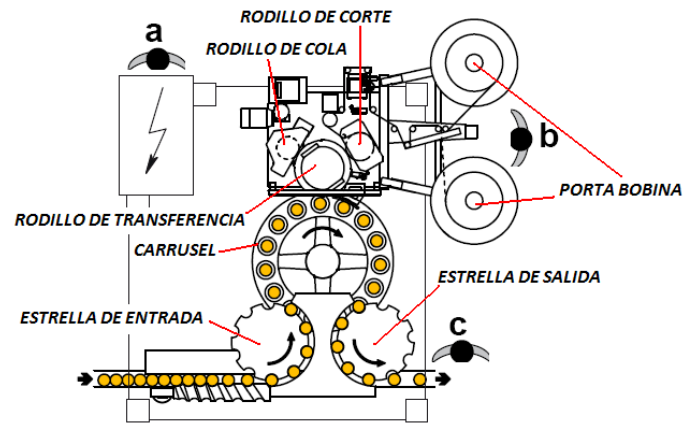
MARCA: MESAL

MODELO: MESAL TR 01

CAPACIDAD: 120 METROS

ETIQUETADORA: Esta maquina aplica la etiqueta a la botella vacía, esta utiliza goma caliente conocida como “HOT MELT”, según el tamaño de la botella la velocidad de la maquina varia de (250-600) bpm “Botellas por Minuto”.

Figura 12. Diagrama de Flujo Etiquetadora



Fuente. SACMI, Manual de Uso y Mantenimiento, Etiquetadora Automática Rotativa. 2008, p.22

Figura 13. Etiquetadora SACMI



Fuente. SACMI, Manual de Uso y Mantenimiento, Etiquetadora Automática Rotativa. 2008, p.22

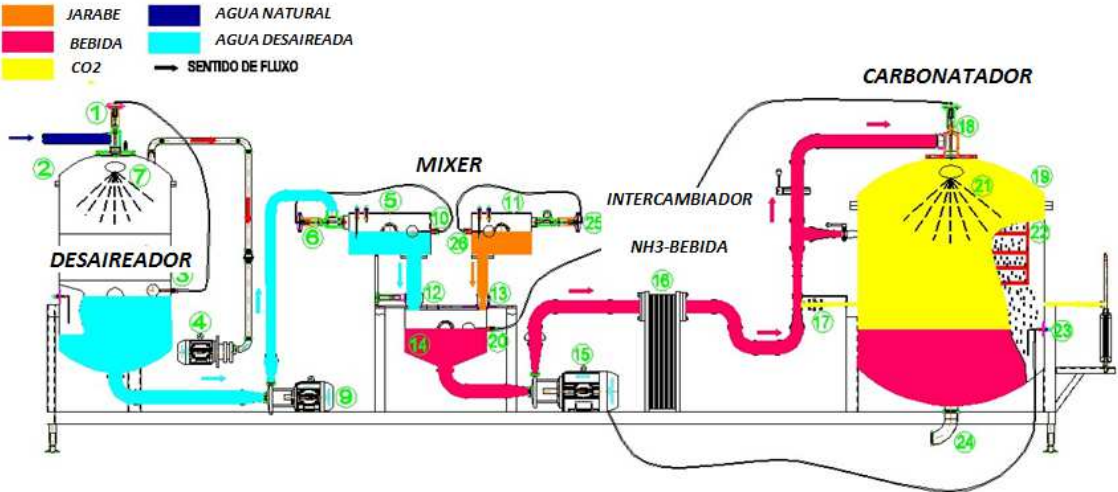
MARCA: SACMI

MODELO: 18T/R 2/3 360S1E1

CAPACIDAD: 600 BPM @ 400 ML

MIXER-CARBONATADOR: Este equipo tiene tres funciones principales, (a) retirar el Oxígeno disuelto del agua cruda en el Desaireador, (b) mezclar el agua desaireada con jarabe (proporción 5 a 1), en el Mixer, (c) Aplicar Gas Carbonico a la Bebida en el carbonatador, previo a este paso la bebida se enfría a 2C° en un Intercambiador de placas cuya sustancia de enfriamiento es Amoniaco a 2.8 barg, la capacidad de este equipo es de (50.000 litros/hora) de bebida, Capacidad Sistema de Frio para una línea (320 TR, 400 hp).

Figura 14. Diagrama de Flujo MIXER



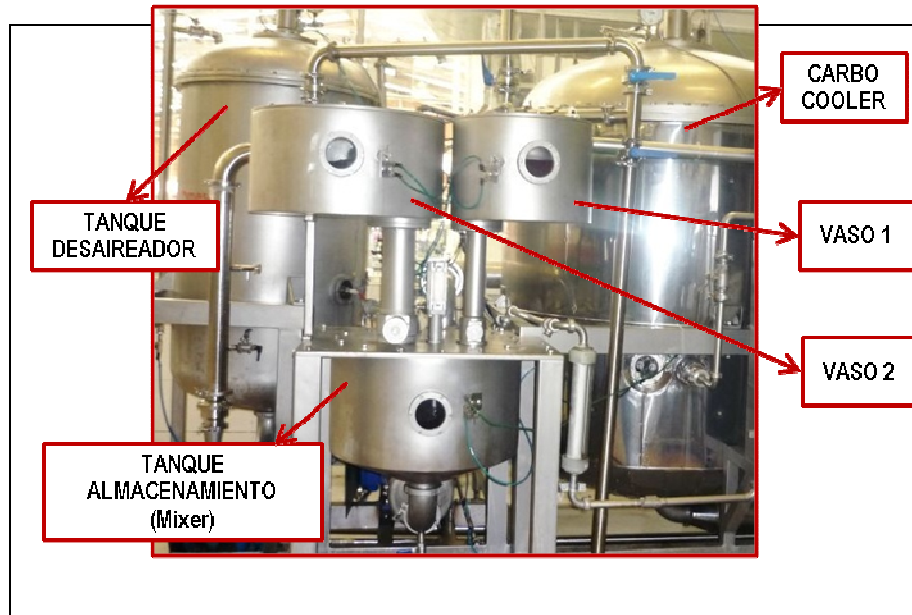
Fuente. MESAL, Manual de Uso y Mantenimiento, Mezclador y Carbonatador. 2008, p.17

Figura 15. MIXER MESAL



Fuente. El Autor

Figura 16. Partes de Mixer MESAL



Fuente. El Autor

Entra el jarabe terminado al vaso 1 a través de tubería y de manera simultánea ingresa agua tratada al tanque des aireador, donde se inyecta CO₂, al obtener agua carbonatada esta ingresa al vaso 2. Se libera agua y jarabe por medio de un tornillo micrométrico, dando paso al tanque de almacenamiento (mixer), donde se mezclan estos dos componentes (agua- jarabe) para obtener la bebida.

Figura 17. Intercambiador Amoniaco-Bebida



Fuente. El Autor

Del Mixer sale la bebida lista (con Grados Brix dentro de parámetros) para ser envasada, pero debe pasar por el sistema de enfriamiento , garantizando la disminución de la temperatura de la bebida para ser envasada.

Nota: La bebida se desplaza a través de la tubería entrando al sistema de placas de amoniaco, que actúan como refrigerante congelante ,disminuyendo la temperatura de la bebida. La bebida al sistema de refrigeración llega con una temperatura aproximada de 19°C a la salida del sistema tiene una temperatura de 2°C

Figura 18. Carbonatador
MESAL



Fuente. El Autor

La bebida luego de pasar por el sistema de refrigeración , se desplaza por medio de la tubería hasta la parte superior del carbo-cooler, donde en su interior se encuentran unas placas que hacen que la bebida caiga en lluvia para que el Gas carbónico (CO₂) que se encuentra en la parte inferior del carbo impregne la bebida, obteniendo así la bebida carbonatada que se desea.

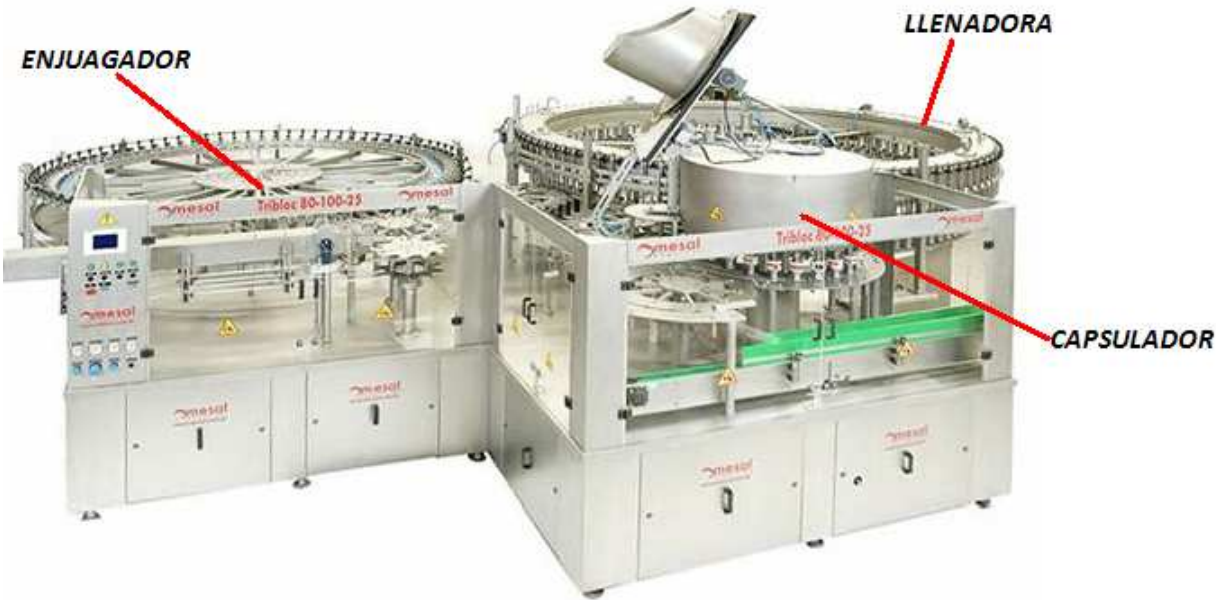
MARCA: MESAL

MODELO: MPM50

CAPACIDAD: 50.000 LITROS/HORA.

TRIBLOC; ENJUAGADOR-LLENADORA Y CAPSULADORA: Este equipo cuenta con tres subequipos, cuya función se describirá a continuación.

Figura 19. TRIBLOC MESAL



Fuente. MESAL

Figura 20. TRIBLOC MESAL



Fuente. AJE, El planeta es grande, LA INTERNACIONALIZACION CON EL PRECIO JUSTO. p.49.

ENJUAGADOR: Recibir la botella etiquetada a través del transportador neumático por medio de una estrella de transferencia permitiendo que la botella entre al rinser de la llenadora, donde inicia el proceso de enjuague de la botella antes de iniciar el proceso de llenado.

Figura 21. Transportador Ingreso Rinser



Fuente. El Autor

Figura 22.Enjuagado de Botellas



Fuente. El Autor

En el rinser la botella es girada aproximadamente 180°, con el fin de aplicar agua y enjuagar la botella.

LLENADORA

Figura 23. Llenadora MESAL



Fuente. El Autor

Figura 24. Llenado MESAL



Fuente. El Autor

Una vez la botella es enjuagada esta pasa a la taza de llenado en la que se llena el producto, en este caso se cuenta con (100) cien válvulas que aplican el producto en la botella ya enjuagada.

CAPSULADOR

Figura 25. Capsulador



Fuente. El Autor

Una vez la botella ha sido llenada, pasa al capsulador, en este equipo se aplica la tapa a la botella con el torque requerido.

La capacidad de la maquina TRIBLOC, depende del tamaño a embotellar

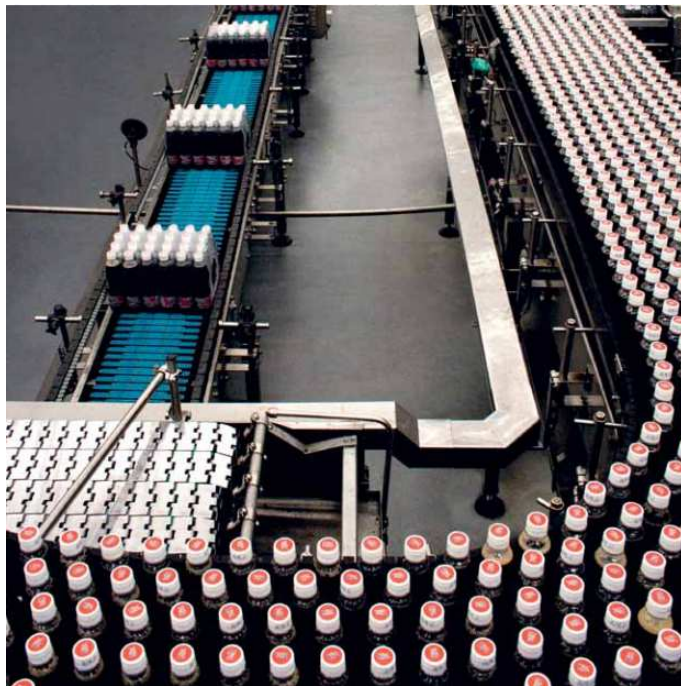
MARCA: MESAL

MODELO: E80-100-25IA

CAPACIDAD: 36.000 BPH @ 400 ML

TRANSPORTADOR DE CADENA: Este sistema permite transportar el producto desde la maquina llenadora hasta la empacadora, a su vez este sistema posee mesas de acumulación que permiten a la maquina empacadora trabajar a una cadencia constante, en caso de novedades en la maquina llenadora su capacidad es hasta de 36.000 bph (Botellas por hora).

Figura 26. Transportador de Cadena



Fuente. El Autor

MARCA: MESAL

MODELO: TRM 02

CAPACIDAD: 280 METROS LINEALES.

EMPACADORA POR TERMOCONTRAIBLE: Es una máquina envolvente en film termocontraible de ciclo continuo sin barra de soldadura con sobreposición del film debajo del paquete, la velocidad de esta máquina es de hasta 50 paquetes por minuto.

Figura 27. Empacadora TECMI



Fuente. El Autor

MARCA: TECMI

MODELO: EV 750.50

CAPACIDAD: 50 PPM, (Paquetes por Minuto)

2.2 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO AJECOLOMBIA

2.2.1 Planteamiento del problema

AJECOLOMBIA, BIG COLA, Es una empresa multinacional peruana productora de bebidas que inicio operaciones en Colombia en el año 2007, la proyección inicial consistió en tres (3) líneas de embotellado al 2012, actualmente contamos con (8) líneas de embotellado, (1) línea Tetra Pak. Este crecimiento vertiginoso ha resultado en planes de Mantenimiento que no toman en cuenta las características propias de la planta tanto desde el punto de vista operativo como administrativo. Esta situación resulta en oportunidades de mejora en tiempos de parada, eficiencia mecánica, tiempos de reparación, inventario de repuestos críticos, capacitación de personal, registro de información critica.

2.2.2 Objetivo General

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para una maquina llenadora TRIBLOC perteneciente a una línea de embotellado de Bebida Carbonatada "modelo", ya que estas corresponden a (4) de las (8) líneas instaladas, se selecciona la maquina llenadora debido a que este equipo es el que determina la velocidad de las maquinas que se encuentran antes y después de la misma, por otra parte en esta máquina se logran los principales parámetros de calidad del producto, este plan de Mantenimiento Preventivo incrementara la eficiencia mecánica de las líneas y así la productividad de la planta. Este modelo de Mantenimiento Preventivo será replicable en otras plantas del grupo (28 plantas a nivel mundial), ya que las líneas de embotellado tienen la misma disposición.

2.2.3 Objetivos Específicos

1. Clasificar los sub-equipos de la maquina llenadora por criticidad, esta clasificación permitirá establecer políticas para inventario de repuestos o equipos de respaldo.
2. Determinar modos de falla de los equipos que componen la maquina, este análisis permitirá determinar que sistemas de cada equipo se ven afectados en los modos de falla de cada uno.
3. Determinar listas de repuestos críticos para la maquina llenadora, mediante este objetivo se determinaran las referencias, cantidades y tiempos de reposición para cada repuesto de tal manera que se cumplan los programas diseñados.
4. Determinar listas de tareas para cada equipo y sus frecuencias, con base en estas tareas se determinaran tiempos de intervención y recursos necesarios para ejecutar las mismas.
5. Diseñar plan de paradas de línea, cuyas frecuencias coincidan con las frecuencias de las listas de tareas de los equipos.
6. El plan de Mantenimiento Preventivo constara de la conjugación de: Lista de Equipos, Lista y frecuencia de tareas.

2.2.4 Justificación

Este trabajo de investigación tiene como fin aplicar las técnicas de Mantenimiento Preventivo en el diseño de un plan de Mantenimiento Preventivo para las maquinas llenadoras TRIBLOC de las líneas de embotellado de bebida carbonatada en AJECOLOMBIA, BIG COLA, que permita mejorar la eficiencia mecánica de las mismas y las líneas en las que están instaladas.

Se estudiaran técnicas de implementación de Mantenimiento Preventivo y mediante su aplicación a este caso se apoyara la consecución del Objetivo principal.

La consecución del objetivo principal permitirá a la dirección del área de Mantenimiento enfocarse en planes de crecimiento y mejoramiento que resultara en mejora de la eficiencia mecánica y condiciones generales de los activos.

3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El Mantenimiento preventivo M.P. es un sistema compuesto de un conjunto de actividades, frecuencias, conocimientos y recursos, cuyo fin es corregir los problemas menores antes de que estos provoquen fallas⁴.

Desde el punto de vista de funcionalidad del equipo el mantenimiento preventivo es el que se ejecuta en forma planificada y programada anticipadamente, con base en inspecciones periódicas debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina y encaminadas a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas intempestivas de los equipos o daños mayores que afecten su vida útil⁵.

El M.P. más que una técnica específica de mantenimiento es una “Filosofía” o Estado de ánimo que principia desde el mismo diseño del equipo mediante la determinación de unas excelentes confiabilidad y mantenibilidad durante su vida útil⁶.

El M.P. considerara la empresa como una corporación, por lo tanto, la tarea de los mantenimientos no es exclusiva del personal de mantenimiento sino que es responsabilidad de todo el personal de la empresa⁷.

⁴ Mantenimiento Preventivo, p.2, [en línea].

<<http://www.mantenimientoplanificado.com/j%20guadalupe%20articulos/MANTENIMIENTO%20PREVENTIVO%20parte%201.pdf>> [Citado 05 de Agosto 2012]

⁵ APUNTES DE CLASE de Carlos Ramon Gonzalez Bohorquez, Profesor del Curso “Mantenimiento Preventivo” de la Especialización en Gerencia de Mantenimiento de la Universidad Industrial de Santander. Bogotá, Junio 18 de 2011.

⁶ Ibid

⁷ Ibid

3.1 VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

A continuación se enumeran algunas ventajas de la implementación de un programa de Mantenimiento Preventivo⁸.

- i. Disminuye las fallas y tiempos muertos aumentando así la disponibilidad de equipos e instalaciones.
- ii. Incremento de vida de equipos e instalaciones.
- iii. Mejora la utilización de los recursos.
- iv. Reducción de Niveles de Inventario.
- v. Reducción de costos, ya que la operación de mantenimiento se hace eficiente, disminuyendo así horas extras, eliminación de reparaciones correctivas mal ejecutadas que deben programarse nuevamente.
- vi. Aumento en los índices de seguridad industrial, ya que por medio de tareas programadas la seguridad es uno de los principales factores a tener en cuenta en los procedimientos a ejecutar.
- vii. Aumento en la eficiencia de planta ya que los tiempos programados para producción no se verán afectados por paradas imprevistas.

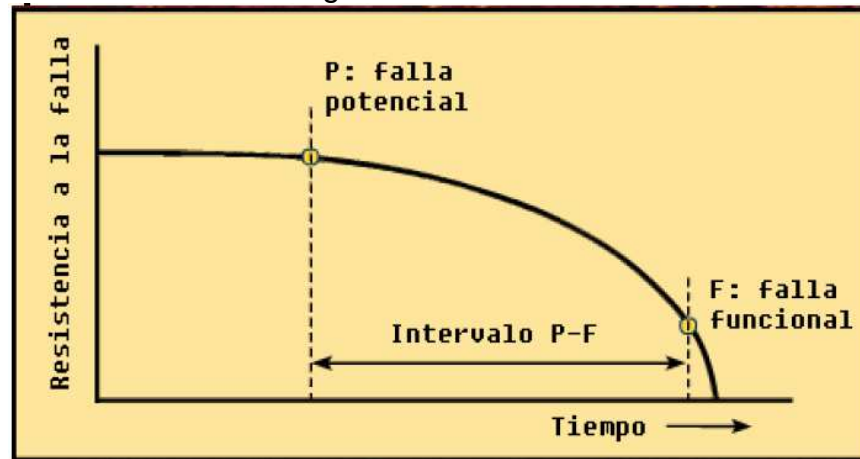
3.1.1 Curva P-F

En esta curva se describe el comportamiento funcional de un sistema con base en el desempeño de una variable cuyo comportamiento mejor describe la

⁸ APUNTES DE CLASE de Mantenimiento, Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, p.1 [en línea] < http://www.bdigital.unal.edu.co/794/3/163_-_2_Capi_1.pdf > [citado en 15 de julio 2012]

funcionalidad de dicho sistema, el punto “P” corresponde al instante en el que es posible detectar un declinamiento en el desempeño de la variable de interés, el punto “F” corresponde a aquel en el cual el sistema no puede seguir prestando sus servicios.

Figura 28. Curva P-F



Curva clásica P - F

Fuente. ESPINOSA, Alfonso. Aumentando el Periodo para el punto “P”. p.2. [en línea].<<http://ing.utralca.cl/~fepinos/AUMENTANDO%20EL%20PERIODO%20PARA%20EL%20PUNTO.pdf>>

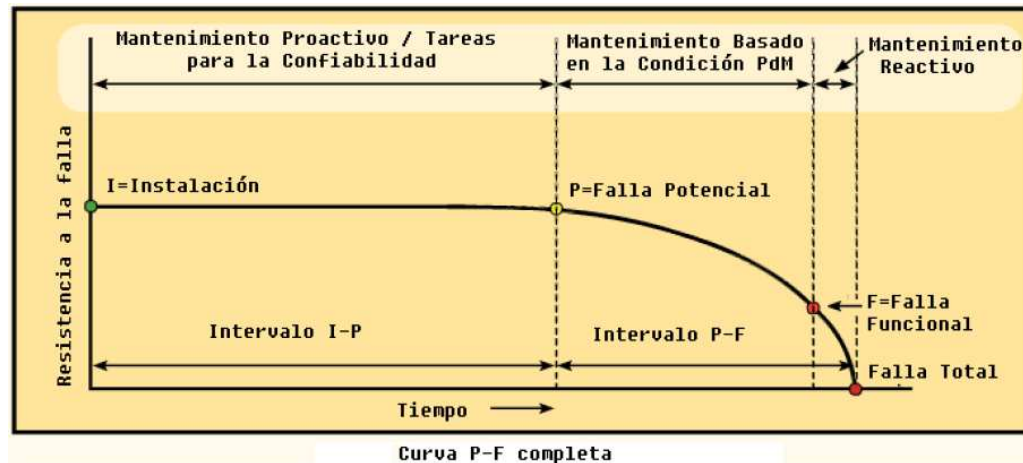
El periodo comprendido entre el punto “P” y el punto “F”, es conocido como intervalo P-F, conocer el intervalo P-F para un componente brinda la ventaja de establecer periodos de inspección con el fin de planear tareas de reemplazo o reparación del componente antes de que llegue al punto F, es decir antes de que el componente falle.

3.1.2 Curva I-F

En esta curva se describe el comportamiento funcional de un sistema, con base en el desempeño de una variable cuyo comportamiento mejor describe la

funcionalidad del sistema, el punto “I” corresponde al instante en que se entrega el sistema a prestar sus servicios ya sea después de la instalación del sistema o después de una intervención mayor del mismo, los puntos “P” y “F”, corresponden a los instantes de falla potencial y falla funcional respectivamente.

Figura 29. Curva I-F



Fuente. ESPINOSA, Alfonso. Aumentando el Periodo para el punto “P”. p.7. [en línea].<<http://ing.otalca.cl/~fespinos/AUMENTANDO%20EL%20PERIODO%20PARA%20EL%20PUNTO.pdf>>

Con base en la curva I-P se relacionan a continuación algunas ventajas de la implementación de un plan de Mantenimiento Preventivo para el sistema de interés.

- i. Maximización del intervalo I-P.
- ii. Planear intervenciones del sistema en el intervalo P-F, en puntos cercanos por la izquierda a F, de tal manera que se obtenga la mayor prestación de servicio del componente o sistema intervenido sin comprometer la prestación del servicio no planeado a la organización.
- iii. Eliminar intervenciones después del punto F.

3.2 DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El desarrollo del plan del mantenimiento preventivo está basado en el desarrollo de:

1. Ítems funcionalmente significativos (IFSs), o “Items Mantenibles”.
2. Identificación de tareas de Mantenimiento Preventivo aplicables y efectivas utilizando herramientas de decisión para tal fin.

Ítems funcionalmente significativos (IFSs), o “Items Mantenibles”.

Es un Item cuya falla afectara la seguridad industrial o producirá un impacto operacional o económico en el sistema productivo de análisis. El proceso de identificación de los (IFSs), está basado en el estudio de consecuencia de fallas anteriores a través de una herramienta analítica y un adecuado criterio de Ingeniería. El proceso debe aplicarse de tal manera que se analice en primera instancia el Sistema, luego el subsistema, así hasta llegar al componente mantenible. Este procedimiento permite la selección de sistemas críticos, para análisis adicional, el cual involucra una definición detallada del sistema, funciones del sistema y fallas funcionales del mismo⁹.

El proceso de identificación de los (IFSs), está compuesto de los siguientes pasos:

1. Recolección de Información.
2. Análisis de Sistemas.
3. Identificación de Sistemas
4. Identificación de Funciones de Sistemas.
5. Selección de sistemas.
6. Fallas funcionales de sistema y Criticidad.

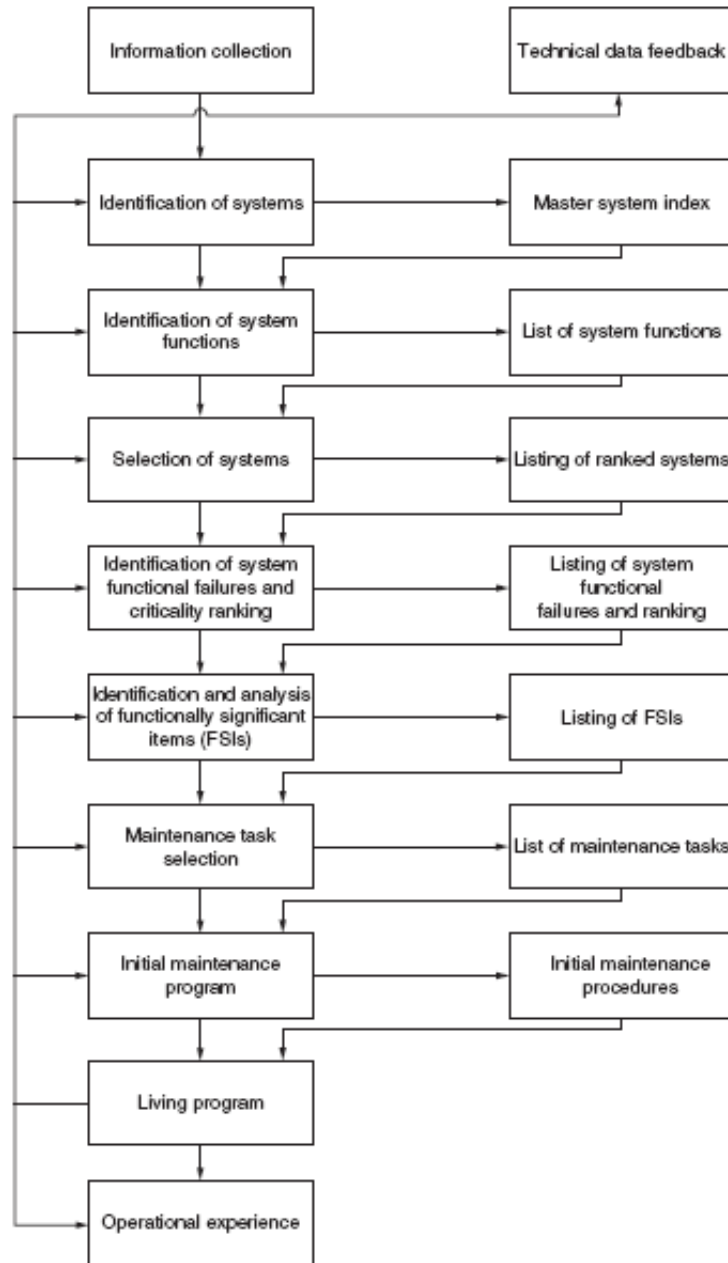
⁹MOBLEY KEITH R. Maintenance Engineering Handbook 7th Edition. New York : Mc Graw Hill, 2008. p.100

7. Identificación de (IFSs)
8. Análisis de Fallas de (IFSs)
9. Selección de Tareas de Mantenimiento para (IFSs)
10. Asignación de frecuencias

Este conjunto de pasos es de particular importancia en equipos nuevos o complejos, en el caso de equipos bien conocidos o simples donde las funciones, la degradación funcional y fallas funcionales son fácilmente reconocibles, estas serán registradas en el paso análisis de Sistema¹⁰.

¹⁰ Ibid

Figura 30. Actividades para el desarrollo de un programa de Mantenimiento Preventivo basado en confiabilidad.



Fuente. MOBLEY R KEITH. Maintenance Engineering Handbook, 7th Edition. New York: Mc Graw Hill. P.101

3.2.1 Recolección de Información.

La información del equipo constituye la base de la evaluación y debe ser incluida desde el principio del análisis, la información que se requiere del equipo es la siguiente¹¹

- Requerimientos para la instalación del equipo, incluyendo equipos auxiliares y sistemas regulatorios.
- Documentación de Mantenimiento y Diseño.
- Información de desempeño incluyendo historial de fallas.

3.2.2 Análisis de Sistemas

Consiste en el análisis de la información recolectada, esta información está compuesta de información técnica y de ingeniería del equipo, e información del sistema productivo local, ya que a pesar de que dos equipos sean iguales el sistema en el que se encuentran instalados determina las condiciones de operación y por lo tanto su desempeño¹².

3.2.3 Identificación de Sistemas

El objetivo de esta etapa es el de dividir el equipo en sistemas, agrupando los componentes con el fin de identificar funciones y fronteras del sistema. En ocasiones es necesario dividir aun mas los sistemas en subsistemas de esta subdivisión se identificarán funciones críticas para el funcionamiento del sistema. Las fronteras del sistema no son necesariamente fronteras físicas. Frecuentemente los equipos ya están divididos en sistemas a través de los cuales la industria representa sus esquemas, esta división debe ser revisada y ajustada con el fin de asegurar que está orientada funcionalmente. Los resultados de la

¹¹ MOBLEY KEITH R. Maintenance Engineering Handbook 7th Edition. New York : Mc Graw Hill, 2008. p.103

¹² Ibid

partición del equipo deben ser documentados en un sistema maestro en el que se identifiquen sistemas, componentes y fronteras¹³.

3.2.4 Identificación de funciones de sistemas

El objetivo de esta etapa es determinar las funciones principales y auxiliares de Sistemas y Subsistemas. Es recomendable utilizar diagramas de bloque funcionales que asistirán la identificación de las funciones de los sistemas. La definición de función del sistema describe las acciones o requerimientos que el sistema debe cumplir, en ocasiones en términos de capacidad de desempeño dentro de límites específicos, las funciones se deben identificar para todos los modos de operación del equipo. La revisión de especificaciones de diseño, procedimientos de operación, incluyendo seguridad, operaciones anormales e instrucciones de emergencia determinaran las funciones principales y auxiliares. El producto de esta etapa es una lista de funciones del sistema¹⁴.

3.2.5 Selección de Sistemas

Un sistema es cualquier grupo de componentes, equipos o instalaciones que apoyan una operación funcional. Los sistemas son a su vez divididos en subsistemas de acuerdo a la definición de fronteras del usuario¹⁵. Los métodos utilizados para priorizar estos ítems pueden ser divididos en:

- Métodos Cualitativos, basados en datos históricos, experiencia de operadores y mantenedores y criterios de Ingeniería.

¹³ Ibid

¹⁴ MOBLEY KEITH R. Maintenance Engineering Handbook 7th Edition. New York : Mc Graw Hill, 2008. p.103

¹⁵ NASA, RCM GUIDE for Facilities and Collateral Equipment , p. 34. [en línea].

<<http://www.hq.nasa.gov/office/codej/codejx/Assets/Docs/NASARCMGuide.pdf> >

- Métodos Cuantitativos, Basados en Factores de seguridad, Probabilidad de falla, tasa de falla, ciclo de vida, se recomienda utilizar estos modelos cuando existen datos históricos y bases de datos implementadas.

El producto de esta etapa es una lista de sistemas ordenados por su criticidad.

3.2.6 Fallas funcionales de Sistemas y clasificación de criticidad.

Una falla funcional describe los diferentes modos de falla los cuales no permiten que un sistema cumpla las funciones para las cuales fue diseñado¹⁶.

El objetivo de esta etapa es identificar fallas y degradación del sistema y priorizarlas, las fallas y degradación del sistema para cada función deben ser identificadas, clasificadas por criticidad y documentadas.

Ya que cada falla funcional del sistema puede tener impacto en la seguridad, disponibilidad y costos de mantenimiento, es necesario clasificarlas y priorizarlas, esta clasificación tiene en cuenta la probabilidad de ocurrencia y consecuencias de la falla. Para tal fin se pueden utilizar métodos cualitativos basados en un buen juicio de Ingeniería basados en la experiencia de operación del equipo. En este caso análisis demasiado conservadores resultaran en programas excesivos de Mantenimiento Preventivo, y por otra parte un análisis insuficiente, resultara en fallas excesivas y riesgos potenciales de seguridad¹⁷.

Con el fin de cuantificar la clasificación de criticidad se define el índice de riesgo o numero de prioridad de riesgo (NPR), este índice se calcula como el producto de

¹⁶ NASA, RCM GUIDE for Facilities and Collateral Equipment , p. 34. [en línea].

<<http://www.hq.nasa.gov/office/codej/codejx/Assets/Docs/NASARCMGuide.pdf> >

¹⁷ MOBLEY KEITH R. Maintenance Engineering Handbook 7th Edition. New York : Mc Graw Hill, 2008. p.104

el indicador de Severidad de la falla (S), y el indicador de Probabilidad de Ocurrencia de la Falla (P)¹⁸.

¹⁸ Reliability, Maintainability, and Supportability Guidebook, Third Edition, Society of Automotive Engineers, Inc., Warrendale, PA, 1995, Citado por NASA. RCM GUIDE. P. 41

Tabla 1. Severidad de Fallas (S)

Ranking	Effect	Comment
1	None	No reason to expect failure to have any effect on safety, health, environment or mission.
2	Very Low	Minor disruption to facility function. Repair to failure can be accomplished during trouble call.
3	Low	Minor disruption to facility function. Repair to failure may be longer than trouble call but does not delay mission.
4	Low to Moderate	Moderate disruption to facility function. Some portion of mission may need to be reworked or process delayed.
5	Moderate	Moderate disruption to facility function. 100% of mission may need to be reworked or process delayed.
6	Moderate to High	Moderate disruption to facility function. Some portion of Mission is lost. Moderate delay in restoring function.
7	High	High disruption to facility function. Some portion of Mission is lost. Significant delay in restoring function.
8	Very High	High disruption to facility function. All of Mission is lost. Significant delay in restoring function.
9	Hazard	Potential Safety, Health, or Environmental issue. Failure will occur with warning.
10	Hazard	Potential Safety, Health, or Environmental issue. Failure will occur without warning.

Fuente. NASA, RCM GUIDE for Facilities and Collateral Equipment , p. 41. [en línea].
 <<http://www.hq.nasa.gov/office/codejx/Assets/Docs/NASARCMGuide.pdf> >

Tabla 2. Probabilidad de Ocurrencia de Fallas (P)

Ranking	Effect	Comment
1	1/5,000	Remote probability of occurrence; unreasonable to expect failure to occur.
2	1/5,000	Low failure rate. Similar to past design that has, in the past, had low failure rates for given volume/loads.
3	1/2,000	Low failure rate. Similar to past design that has, in the past, had low failure rates for given volume/loads.
4	1/1,000	Occasional failure rate. Similar to past design that has, in the past, had occasional failure rates for given volume/loads.
5	1/500	Moderate failure rate. Similar to past design that has, in the past, had moderate failure rates for given volume/loads.
6	1/200	Moderate to high failure rate. Similar to past design that has, in the past, had moderate failure rates for given volume/loads.
7	1/100	High failure rate. Similar to past design that has, in the past, had high failure rates that has caused problems.
8	1/50	High failure rate. Similar to past design that has, in the past, had high failure rates that has caused problems.
9	1/20	Very High failure rate. Almost certain to cause problems.
10	1/10+	Very High failure rate. Almost certain to cause problems.

Fuente. NASA, RCM GUIDE for Facilities and Collateral Equipment, p. 42. **[en línea]**.

<<http://www.hq.nasa.gov/office/codej/codejx/Assets/Docs/NASARCMGuide.pdf> >

Tabla 3. Peso Relativo del NPR

Componente del NPR	Clasificación	Peso
Índice de Riesgo (NPR)	Bajo	1 a 5
	Medio	5 a 10
	Alto	10 a 20
	Muy Alto	20 a 100

Fuente. MOUBRAY. J. El camino hacia el RCM.

El producto de esta etapa será:

- Listado de fallas funcionales y degradación y sus características
- Clasificación de fallas funcionales y degradación¹⁹.

3.2.7 Identificación de Items Funcionalmente significativos (IFSs) “Items Mantenibles”

Basados en la identificación de funciones de los sistemas, fallas y degradación funcional y un buen criterio de Ingeniería, es posible identificar y desarrollar una lista de candidatos a (IFSs). Estos ítems son aquellos cuyas fallas pueden afectar la seguridad, ser indetectables durante operación normal, tienen impacto operacional significativo, tienen impacto económico significativo. El producto de esta etapa es una lista de candidatos a (IFSs)²⁰.

3.2.8 Análisis de fallas de Items Funcionalmente significativos (IFSs)

Una vez se ha obtenido la lista de candidatos a (IFSs), un método de análisis de modo de fallas y sus efectos debe ser utilizado para identificar información relevante para cada (IFS). El análisis de falla de cada IFS se aplica para identificar fallas funcionales y causas de las mismas. Para cada (IFS) se debe identificar Función, Falla Funcional, Causa de la falla, Efecto de la falla. Es posible que algunos modos de falla no justifiquen incluir los mismos en un plan de mantenimiento preventivo, ya que su ocurrencia puede ser remota o sus efectos no tienen consecuencias apreciables sobre el desempeño del sistema²¹.

Se deben generar hojas de trabajo para cada (IFS), que definan claramente las funciones, fallas funcionales, causas de las fallas, y efectos de las fallas así como cualquier dato adicional. De este análisis los (IFSs) serán identificados, todos

¹⁹MOBLEY KEITH R. Maintenance Engineering Handbook 7th Edition. New York : Mc Graw Hill, 2008. p.104

²⁰ Ibid

²¹ NASA, RCM GUIDE for Facilities and Collateral Equipment , p. 35. [en línea].

<<http://www.hq.nasa.gov/office/codej/codejx/Assets/Docs/NASARCMGuide.pdf> >

aquellos que tengan efectos funcionales significativos y alta probabilidad de falla, o media probabilidad de falla pero sea equipo crítico o que tenga un desempeño desfavorable.

3.2.9 Selección de Tareas de Mantenimiento para (IFSs)

Con el fin de identificar estas tareas se aplicará un árbol de decisión lógico, la aplicación secuencia de preguntas con respuesta SI/NO ver Figura 30, 31 y 32, guiará el flujo del análisis y ayudará a determinar las consecuencias de cada falla funcional para cada (IFS), después de la identificación se identificarán tareas que prevengan o mitiguen estas fallas. Las tareas y frecuencias resultantes conformarán el programa de Mantenimiento inicial²².

3.2.9.1 Niveles de análisis

Existen dos niveles de análisis en el árbol de análisis.

Primer Nivel: Requiere una evaluación de cada falla o degradación funcional para la determinación de la categoría del efecto, estas son seguridad, operación, costos, riesgo oculto, consecuencias ocultas diferentes a seguridad.

En este nivel se determinan los efectos o consecuencias de las fallas en el cual puede estar incluida la degradación del equipo.

El análisis de este nivel consta de (4) Preguntas básicas:

Pregunta 1, (Falla funcional evidente u oculta?): El propósito de esta pregunta es separar las fallas funcionales evidentes y ocultas.

²² MOBLEY KEITH R. Maintenance Engineering Handbook 7th Edition. New York : Mc Graw Hill, 2008. p.105

Pregunta 2, (Efectos directos sobre la seguridad operacional?): Para ser clasificada como directa, la falla funcional o el daño secundario resultante debe conseguir su efecto por si mismo, no en combinación con otra falla funcional. Un efecto adverso sobre la seguridad operacional implica que el daño o pérdida del equipo, heridas o muerte, o cualquier combinación de estos eventos es resultado de una falla o un daño secundario de la misma.

Pregunta 3, (Falla funcional oculta con efectos sobre la seguridad?): Esta pregunta toma en cuenta fallas en las cuales la pérdida de una función oculta, (esta falla es desconocida para el personal de operación). Este tipo de falla no afecta directamente la seguridad, pero en combinación de un a falla adicional tiene efectos adversos sobre la seguridad operacional.

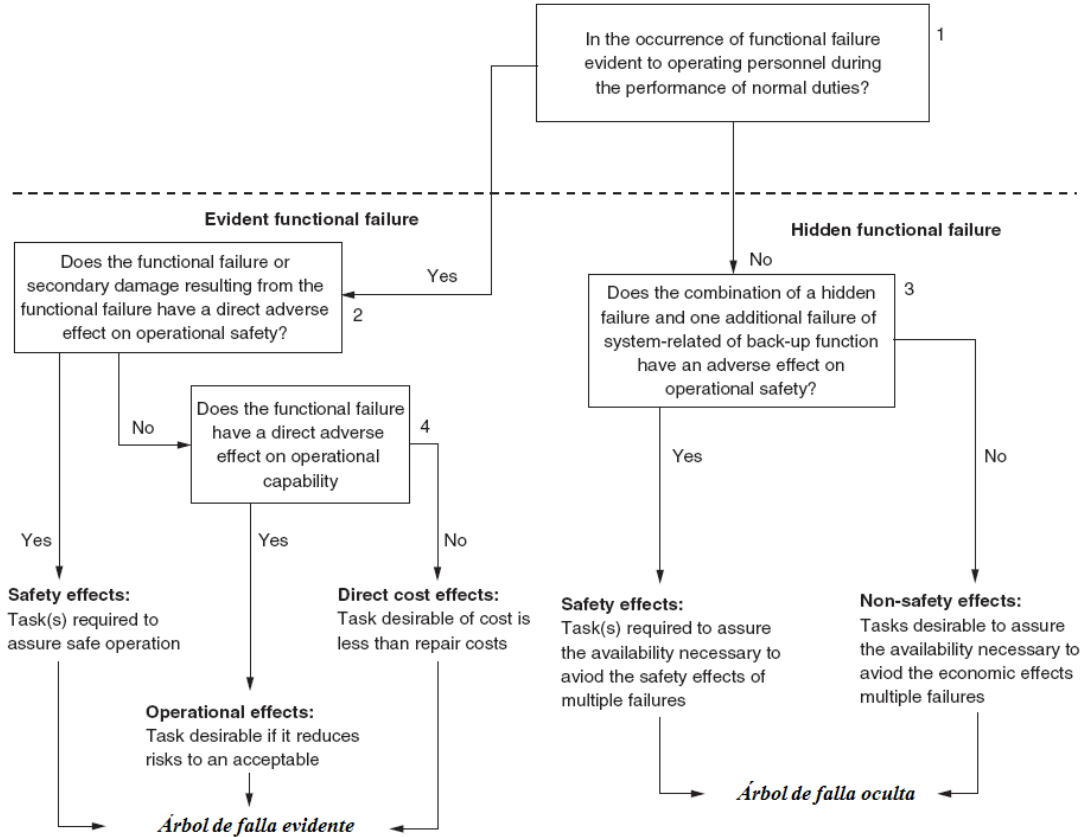
Pregunta 4, (Efecto directo adverso sobre la capacidad operativa?): Esta pregunta toma en cuenta si la falla funcional puede tener un efecto adverso sobre la capacidad operacional:

- Requiere imposición de restricciones de operación o correcciones previas a otras operaciones.
- Requiere el uso de procedimientos de emergencia o no estándar por parte del personal operativo²³.

²³ MOBLEY KEITH R. Maintenance Engineering Handbook 7th Edition. New York : Mc Graw Hill, 2008. p.106

A continuación se resume este primer nivel de análisis en un árbol de decisión.

Figura 31. Árbol de Decisión, Análisis MP Nivel 1



Fuente. MOBLEY R KEITH. Maintenance Engineering Handbook, 7th Edition. New York: Mc Graw Hill. P.106

Segundo Nivel: Este nivel toma las causa para cada falla o degradación funcional para seleccionar tipos específicos de tareas. Después de aplicar las técnicas del primer nivel se clasificaran las fallas funcionales en (5) cinco categorías de efectos:

Efectos evidentes de seguridad (Preguntas 5A a 5E): Esta categoría tiene el objetivo de identificar que tarea o tareas son necesarias para garantizar una operación segura. Si no resulta una tarea efectiva de este análisis, entonces el rediseño es mandatorio.

Efectos evidentes en la operación (Preguntas 6A a 6D): En este caso una tarea es deseable si esta reduce el riesgo de falla a un nivel aceptable. Si después de aplicar el proceso lógico de preguntas no se genera una tarea de mantenimiento preventivo efectiva y a su vez las perdidas operacionales son severas, es deseable un rediseño.

Efectos evidentes en los costos de operación (Preguntas 7A a 7D):: En este caso una tarea es deseable si el costo de la misma es menor que el costo de la reparación. Si después de aplicar el proceso lógico no se genera un actividad de mantenimiento preventivo efectiva. Si los costos son severos, es deseable un rediseño.

Efectos ocultos en la seguridad (Preguntas 8A a 8F): En este caso una tarea se requiere una tarea que evite efectos sobre la seguridad por el efecto de múltiples fallas. Si después de aplicar el proceso lógico no se genera un actividad de mantenimiento preventivo efectiva. Es mandatorio un rediseño.

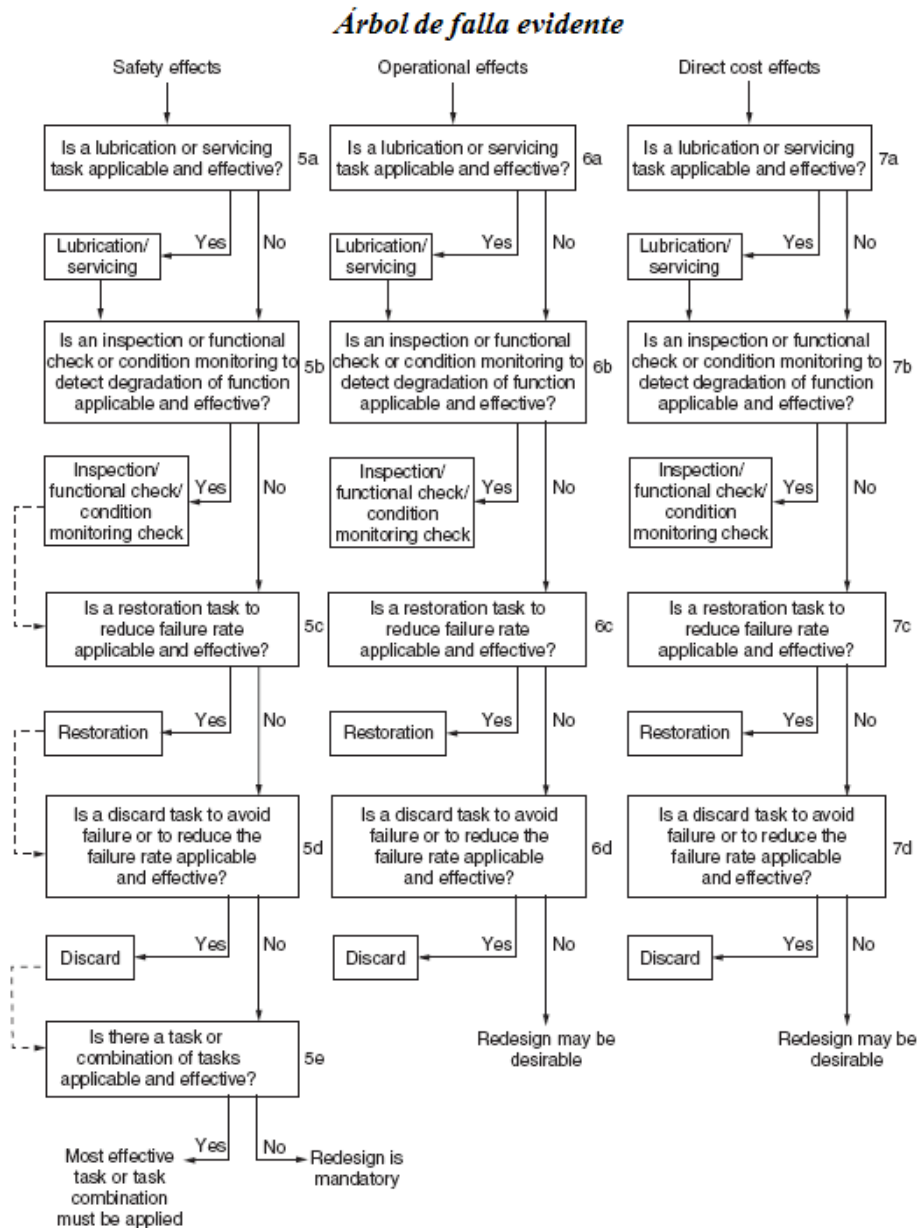
Efectos ocultos en aspectos diferentes a seguridad (Preguntas 9A a 9E): En este caso es deseable una tarea que evite costos por el efecto de múltiples fallas. Si

después de aplicar el proceso lógico no se genera un actividad de mantenimiento preventivo efectiva. Es deseable un rediseño²⁴.

²⁴ MOBLEY KEITH R. Maintenance Engineering Handbook 7th Edition. New York : Mc Graw Hill, 2008. p.107

A continuación se resume este segundo nivel de análisis en dos árboles de decisión, el primero corresponde a las fallas evidentes, mientras que el segundo corresponde a las fallas ocultas.

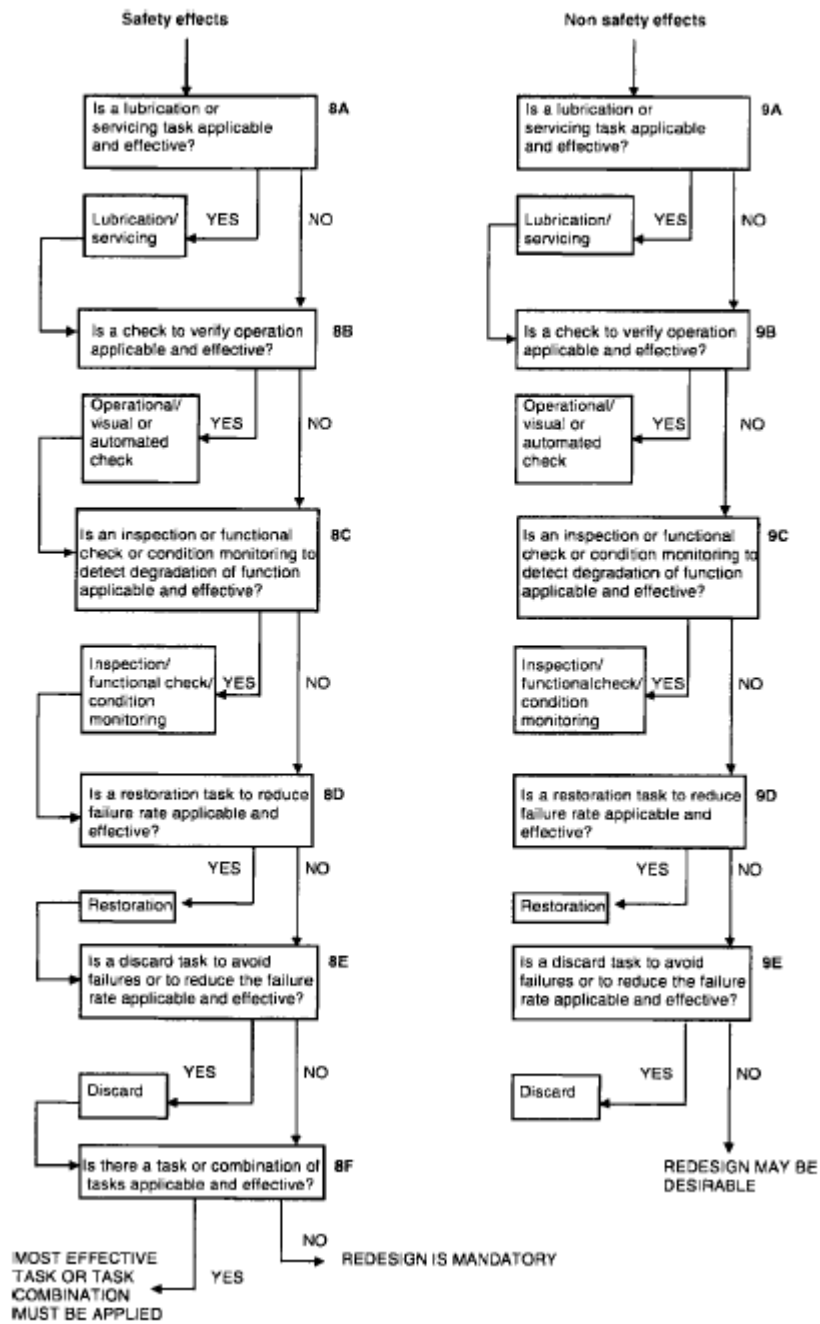
Figura 32. Árbol de Decisión, Nivel 2, Falla Evidente



Fuente. MOBLEY R KEITH. Maintenance Engineering Handbook, 7th Edition. New York: Mc Graw Hill. P.106

Figura 33. Árbol de Decisión, Nivel 2, Falla Oculta

Árbol de falla oculta



Fuente. MOBLEY R KEITH. Maintenance Engineering Handbook, 7th Edition. New York: Mc Graw Hill. P.109

3.2.9.2 Determinación de tareas

Después de aplicar un proceso lógico de preguntas a las fallas de los (IFSs), las tareas resultantes se clasificaran en siete posibles tareas, aunque tareas modificadas o adicionales pueden ser incluidas dependiendo del tipo de industria. A continuación se explican las siete tareas incluidas en este proceso:

- i. Lubricación/atención: La reposición de consumibles debe reducir la velocidad de deterioro funcional. Desde el punto de vista de seguridad y operacional esta tarea debe reducir el riesgo de falla a un nivel aceptable.
- ii. Revisiones Operacionales/Visuales/Automáticas (solamente para fallas funcionales ocultas): Una revisión operativa es una tarea cuyo propósito es determinar si un ítem determinado está cumpliendo su propósito de manera integral. Esta tarea no requiere inspecciones cuantitativas y consiste en la búsqueda de fallas del sistema.
- iii. Inspección /Revisión Funcional/Visuales/Monitoreo: Una inspección consiste en una comparación de un sistema contra un estándar específico. Una revisión funcional es una revisión cuantitativa para determinar si un sistema o IFS se desempeña dentro de los límites especificados. El monitoreo de condición es una tarea que puede ser continua o periódica cuyo propósito es comparar la condición de determinado IFS contra los parámetros preestablecidos para al operación.
- iv. Restauración.: Restauración es el trabajo necesario para retornar un IFS a un estándar específico, esta restauración puede variar desde limpieza, reemplazo de elementos hasta un “overhaul” completo, el alcance de cada tarea debe ser específico.
- v. Descarte: El descarte es la puesta fuera de servicio de un IFS a un limite específico de su vida útil. Las tareas de descarte son aplicadas

normalmente aplicadas a partes recambiables, tales como cartuchos, discos de turbina, cilindros etc.

- vi. **Combinación de Tareas:** Esta tarea corresponde a aquellas categorías clasificadas en el área de seguridad, todas las posibles tareas deben ser analizadas. Para hacer esto las tareas que son aplicables deben ser revisadas y seleccionar la mas efectiva.
- vii. **No hay tareas seleccionadas:** Es posible en algunas categorías que no se seleccione tarea alguna dependiendo del efecto²⁵.

²⁵ MOBLEY KEITH R. Maintenance Engineering Handbook 7th Edition. New York : Mc Graw Hill, 2008. p.110

3.2.9.3 Asignación de frecuencias

La asignación de frecuencias a las tareas seleccionadas es una etapa de vital importancia en el diseño del plan de Mantenimiento Preventivo, para determinar la frecuencia de las tareas es necesario determinar la relación entre el tiempo de servicio del (IFS) y la confiabilidad del mismo, si esta información no está disponible es recomendable utilizar tecnología de monitoreo en línea con el fin de identificar el punto “P” y “F” de la curva (P-F) ver Figuras 27 y 28, implementar un plan de mantenimiento preventivo con frecuencias arbitrarias no es conveniente ya que altera la tasa de fallas por “mortalidad infantil”²⁶. Para asignar la frecuencia o el intervalo de la tarea es necesario determinar la existencia de información en cuanto a experiencia operacional aplicable que permita identificar un intervalo efectivo para las tareas propuestas. Esta información puede ser obtenida de²⁷:

- i. Conocimiento previo de un equipo similar, el cual cuente con un plan de mantenimiento que ofrezca evidencia de que es efectivo y económicamente viable.
- ii. Información del fabricante que indique tareas e intervalos de tiempo aplicables a (IFSs).
- iii. Información de Mantenimiento Predictivo y confiabilidad.

²⁶ NASA, RCM GUIDE for Facilities and Collateral Equipment , p. 51. [en línea].

<<http://www.hq.nasa.gov/office/codej/codejx/Assets/Docs/NASARCMGuide.pdf> >

²⁷ MOBLEY KEITH R. Maintenance Engineering Handbook 7th Edition. New York : Mc Graw Hill, 2008. p.110

4. DESCRIPCION FUNCIONAL

4.1 DESCRIPCION DE LA MAQUINA LLENADORA TRIBLOC

La máquina enjuagadora-llenadora-tapadora de la serie Tribloc fue desarrollada para los diversos tipos de productos carbonatados o no, en botellas plásticas cilíndricas o de formas variadas. La máquina tribloc es una máquina destinada a enjuague, llenado y tapado automático de tapas roscables en botellas, teniendo recursos para trabajar con diversos tipos de botellas de diferentes diámetros y alturas; La alimentación de envases a la máquina es echa por un transportador que lleva el envase hasta una estrella de entrada, la que lo conduce al enjuagador, donde chorros de agua tratada limpian al envase por dentro y después de drenarse el exceso de líquido, pasa a una estrella que lo conduce a la llenadora, donde dispositivos mecánicos y neumáticos llenan los envases con la cantidad deseada, después de esto pasan por otra estrella que los conduce a la roscadora. Un dispositivo de selección y alimentación de tapas conduce una tapa hasta un envase, donde es enroscada por un cabezal. Luego el envase es liberado por una estrella de salida que lo conduce a una cadena transportadora. El funcionamiento del distribuidor de tapas se basa en un simple sistema que consiste en un alimentador, rampa de bajadas de tapas y estrella distribuidora; Todas las piezas que hacen parte del proceso de roscado son producidas en material de acero inoxidable o nylon.

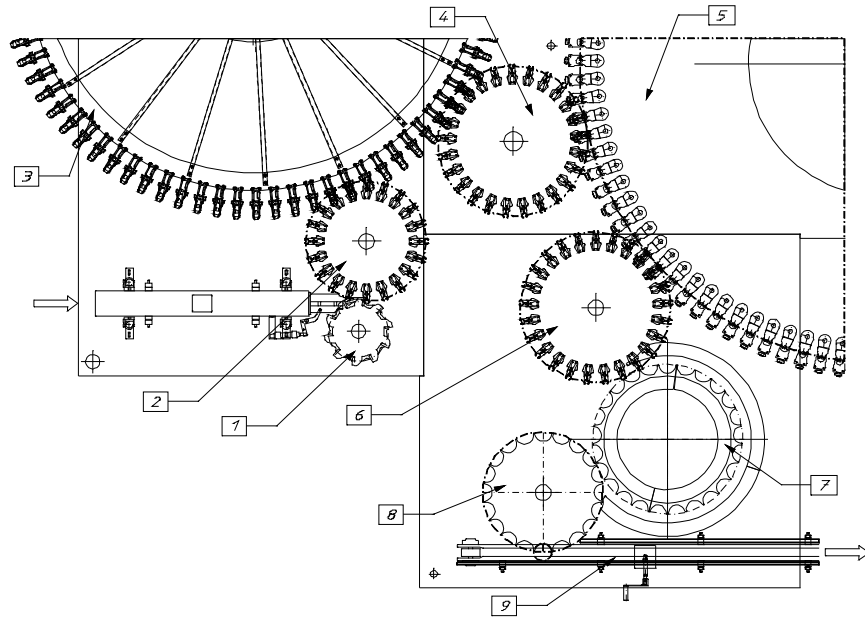
La variación de velocidades de rotación es proporcionada por un variador de frecuencia²⁸.

²⁸ MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.16

4.2 FLUJO DE BOTELLAS

Las botellas que vienen del transportador neumático de alimentación son espaciadas al paso de la máquina por la estrella alineadora (1), esta transfiere para la estrella de entrada (2), que transfiere las botellas para las pinzas giratorias del enjuagador (3) que a través de una leva gira las botellas 180° y las posiciona con la boca hacia abajo sobre los chorros donde son limpiadas. La misma leva retorna las botellas a su posición inicial y permite que estas sean entregadas a la estrella a la salida del enjuagador (4) de donde las botellas son transferidas al cilindro elevador de la llenadora (5), se posicionan las botellas en el soporte de cuello del cilindro elevador donde son centradas por las tulipas centradoras antes que el cilindro suba. Los cilindros elevadores, accionados neumática y mecánicamente, se encargan del movimiento de subida y descenso para que las botellas entren, se llenen y salgan de la llenadora. A la salida de la llenadora las botellas son transferidas por la estrella intermedia (6) hacia la estrella del roscador (7) donde las botellas son posicionadas exactamente sobre el centro del cabezal roscador. Concluido el proceso de roscado, la estrella de descarga (8) transfiere las botellas cerradas al transportador de salida de la máquina (9) de altura regulable.

Figura 34. Flujo de Botellas, Llenadora TRIBLOC



Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.17

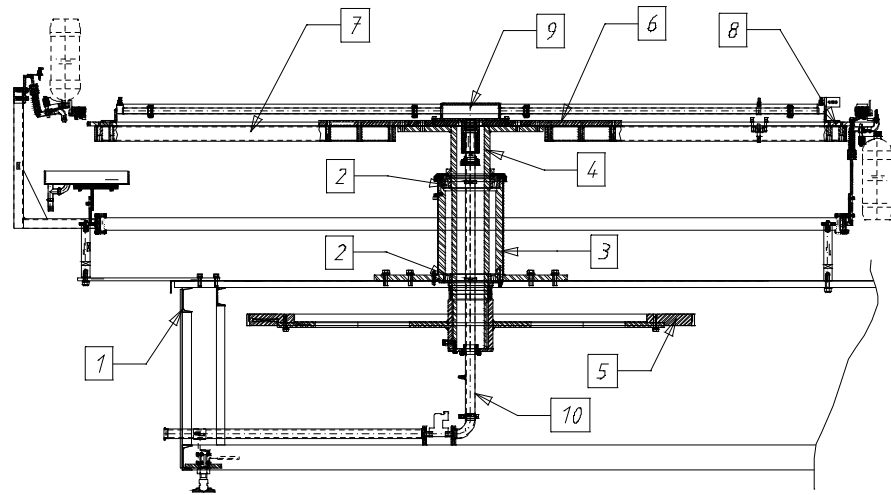
4.3 RINSER ROTATIVO

El enjuagador rotativo se encuentra montado en la estructura de la máquina (1). Toda la parte rotativa es sustentada tanto radialmente como axialmente por rodamientos cónicos de rodillos(2). La parte giratoria es montada sobre un eje fijo (3) donde se encuentra el eje giratorio (4). La parte inferior del eje giratorio está montada en un engranaje(5) responsable del movimiento de giro del enjuagador. En el flange superior (6) están fijados los brazos (7) que sirven de apoyo para el anillo de soporte de botellas (8).

En el centro del anillo de soporte está el distribuidor rotativo del enjuagador (9) que suministra agua tratada para el enjuague de las botellas. La alimentación de agua tratada (presión de 1 a 3 bar) es echa por la tubería de alimentación (10). La parte fija del enjuagador también se encuentra montada en la estructura inferior de la máquina y sus componentes están fijos alrededor de la parte rotativa²⁹.

²⁹ MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.18

Figura 35. Rinser Rotativo

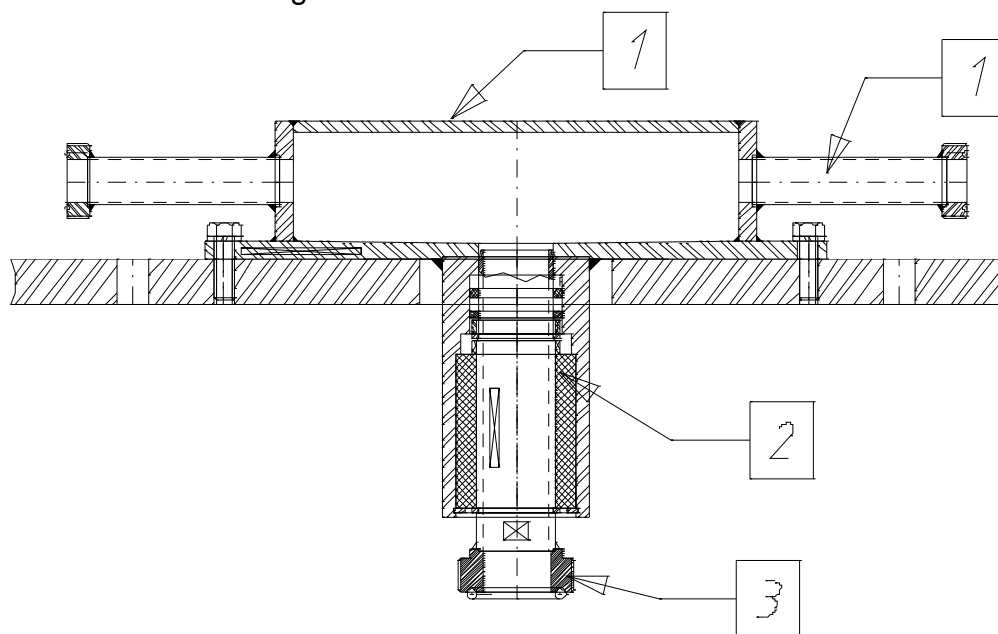


Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.18

4.4 DISTRIBUIDOR DEL RINSER

El distribuidor del enjuagador está compuesto de un cuerpo fijo(1) que gira a la misma rotación de la máquina dentro de una pieza (2) conectada a una tubería de entrada de líquido (3) por medio de una fijación que está inmediatamente debajo del cuerpo del distribuidor del enjuagador. La transferencia de agua tratada se da por medio de tuberías (4) que la llevan directo a los picos enjuagadores³⁰.

Figura 36. Distribuidor del Rinser



Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.19

³⁰ MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.19

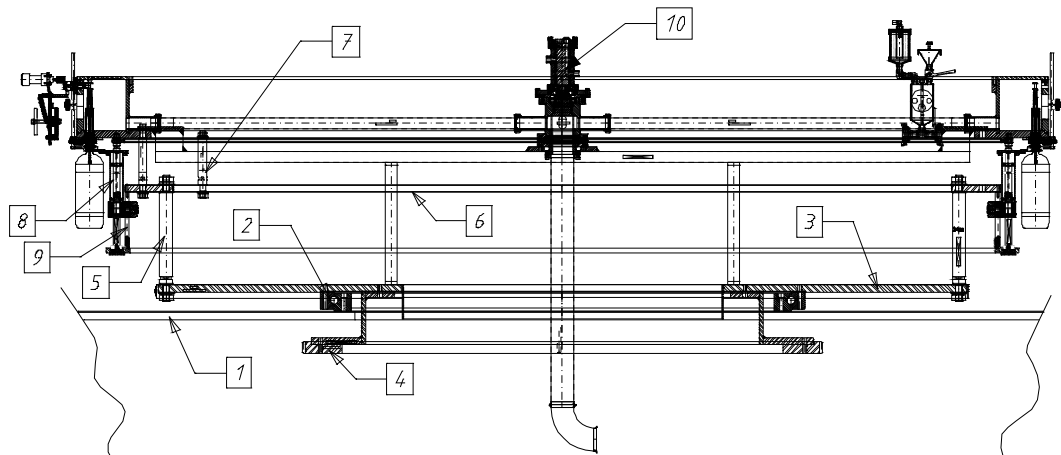
4.5 TANQUE DE LA LLENADORA

El tanque de la llenadora se encuentra montado en la estructura de la máquina (1). Toda la parte rotativa es soportada tanto radial como axialmente por la conexión giratoria (2). En la conexión giratoria esta montada la base rotativa (3) del tanque. En el flange inferior de la base se encuentra un engranaje (4) responsable del movimiento de giro del carrusel. En el flange superior están fijadas columnas (5) que sirven de apoyo para el anillo intermedio (6) donde están presas las barras de guía (7) dos cilindros elevadores (8) y las barras (9) soporte del recipiente. En el soporte central del tanque está montado el distribuidor de líquido de CO² y de aire comprimido.

La parte fija del tanque también se encuentra montada en la estructura de la máquina y sus componentes están fijos alrededor de la parte rotativa. En el intervalo entre la estrella de entrada y la estrella de salida del tanque está localizada la leva de los cilindros elevadores cuya función es bajar los cilindros elevadores para que ellos reciban de la estrella de entrada a la llenadora las botellas a ser llenadas y liberen las botellas ya llenas hacia la estrella de salida³¹.

³¹ MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.20

Figura 37. Tanque de la llenadora

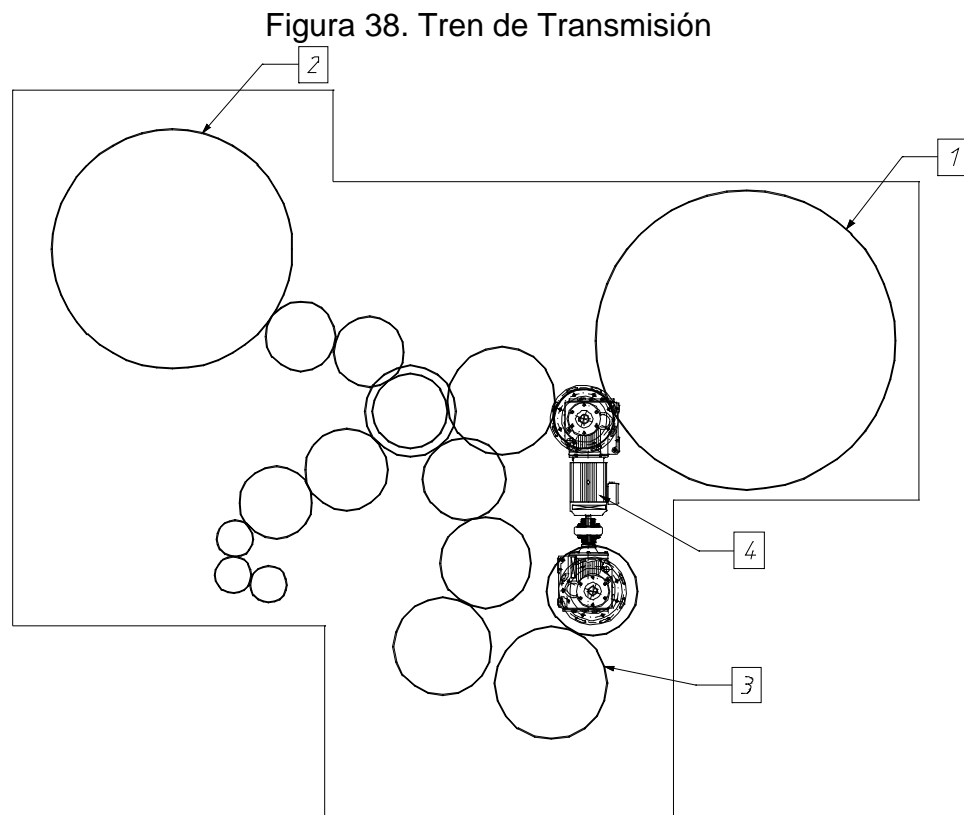


Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.19

4.6 TRANSMISION

El accionamiento del engranaje (1) del carrusel de la llenadora, del engranaje (2) del carrusel del enjuagador, los engranajes intermedios y las estrellas, así como la roscadora (3) es efectuado a través del moto reductor eléctrico trifásico (4) que está conectado a un variador de frecuencia, pudiéndose ajustar de forma continua el número de rotaciones de este moto reductor, lo que significa un ajuste continuo de velocidad de producción de la máquina.

El ajuste de velocidad de producción se efectúa en la caja de comandos de la máquina³².



Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.21

³² MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.21

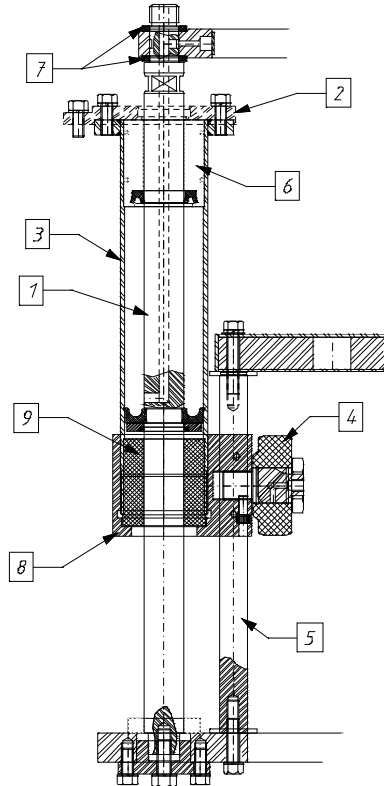
4.7 CILINDRO ELEVADOR

El cilindro elevador está fijado al fondo del tanque por la vara (1) que está fijada en un émbolo (2) con empaques de seguridad (3) aloja la roldana (4) y la guía anti-giro (5). También internamente está montada la bocina guía (6). La bocina guía aloja un empaque y dos anillos tipo o-ring. Los segmentos de anillo(7) dispuestos alternadamente entre si y fijados en el anillo de aire forman un anillo cerrado y rígido. En la parte inferior del cilindro elevador se encuentra el cuerpo de la roldana(8) que posee una bocina interna (9), que tapa la parte interna de la carcasa³³.

Presión de llenado (bar)	Presión del cilindro elevador (bar)
2-4	2.5-3
4-10	3.5-5

³³ MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.22

Figura 39. Cilindro Elevador



Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.22

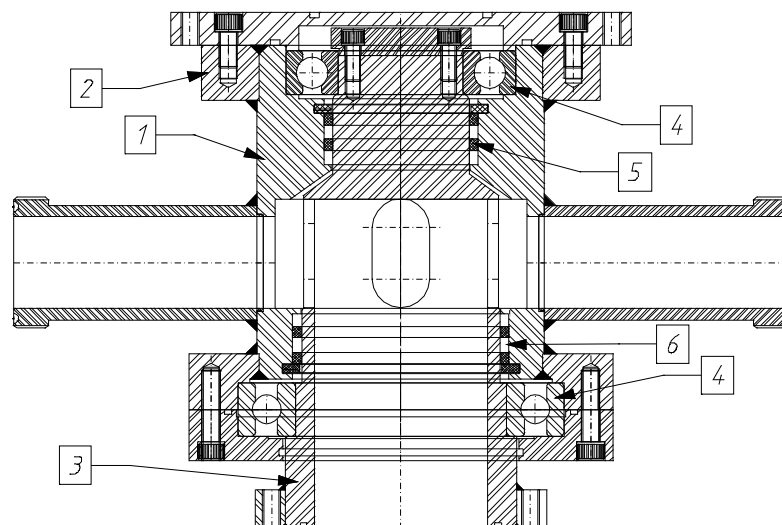
4.8 DISTRIBUIDOR DE LÍQUIDO

La entrada de líquido del distribuidor es hecha por abajo y sale por cuatro salidas superiores dispuestas a 90° entre sí.

El cuerpo del distribuidor (1) está fijado en el soporte superior del tanque por medio del labio superior (2). En el interior del cuerpo está montado el émbolo (3) donde están montados los rodamientos (4), que soportan tanto movimientos radiales como axiales. También existen empaques superiores e inferiores de seguridad (5) y los anillos separadores (6) giran como el tanque.

El émbolo está fijado inferiormente en la entrada de líquido por medio de pernos. La concepción de este distribuidor de líquido apunta a un montaje fácil y distribución uniforme del líquido³⁴.

Figura 40. Distribuidor de Líquido



Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.23

³⁴ MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.23

4.9 DISTRIBUIDOR DE AIRE

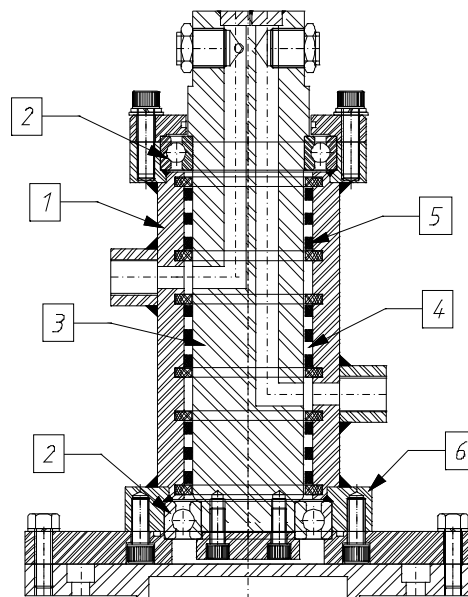
El gas de contrapresión y de aire comprimido se alimentan por la parte superior del distribuidor de aire y salen por agujeros laterales existentes en el cuerpo distribuidor (1).

En la parte interna del cuerpo existen rodamientos (2) que soportan movimientos radiales y axiales, que son montados en un émbolo interno (3) tapado por empaques (4) y anillos separadores (5).

El distribuidor esta fijado en el travesaño superior del tanque por medio de un reborde inferior (6) sujeto con pernos.

El aire proveniente del distribuidor pasará al anillo de aire produciendo el movimiento de subida y bajada del cilindro elevador, y otra parte servirá de contrapresión en el llenado del botella³⁵.

Figura 41. Distribuidor de Aire



Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.24

³⁵ MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.24

4.10 VÁLVULA DE LLENADO

La válvula de llenado se mantiene cerrada por la presión del líquido y del gas de contrapresión. Después la botella es colocada sobre la válvula de llenado y es presionada con la tulipa centradora (1) por el cilindro elevador y la palanca de mariposa abre la válvula de gasificación (2). El gas de contrapresión sale del recipiente de la llenadora por el tubo de aire (3) entrando en la botella hasta que la presión se equilibre. En este momento un resorte abre la válvula de líquido (4). El líquido fluye suavemente dirigido por la falda cónica (5) hacia la pared de la botella.

El gas de contrapresión desplazado por el líquido regresa al recipiente (tanque) por el tubo de aire. El llenado termina cuando el líquido de la botella llega al borde inferior del tubo de aire. En este momento el líquido sube hasta la altura del nivel de líquido del recipiente (tanque).

La longitud del tubo de aire determina la altura del nivel de llenado de la botella.

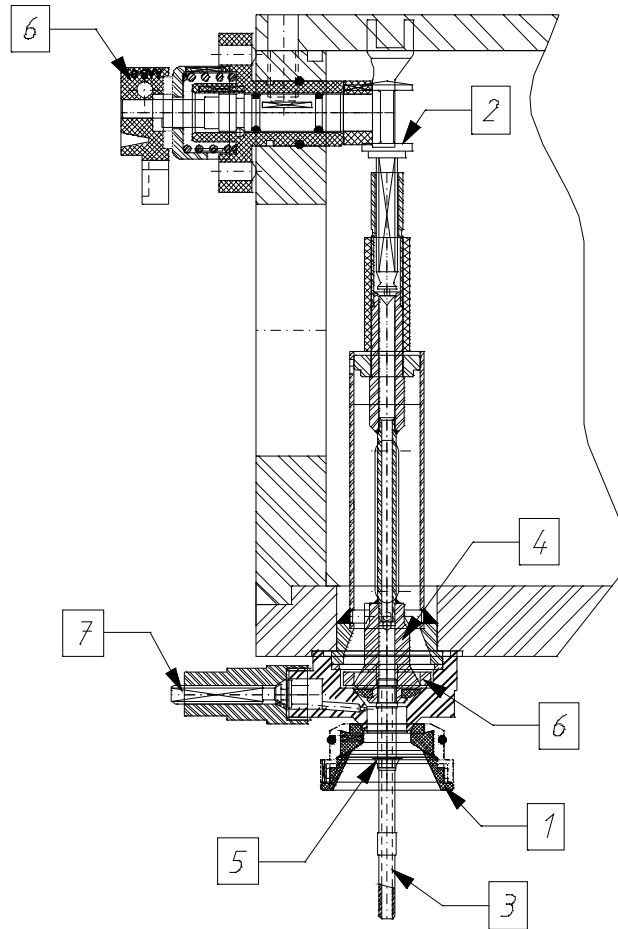
El anillo de líquido (6) impide la entrada de gas de contrapresión en el recipiente, evitando así un sobrellenado de la botella. Ahora la válvula de líquido (4) y la de gasificación (2) son cerradas por la palanca de la mariposa a través del comando de cerrado. Luego una válvula de alivio (7) es accionada para que sea liberada la presión residual del cuello de la botella.

Nuevamente las presiones del líquido y del gas de contrapresión del recipiente vuelven a mantener las válvulas.

Botellas con boca defectuosa o quebrada no se llenan por no haber equilibrio de presión³⁶.

³⁶ MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.25

Figura 42. Válvula de llenado

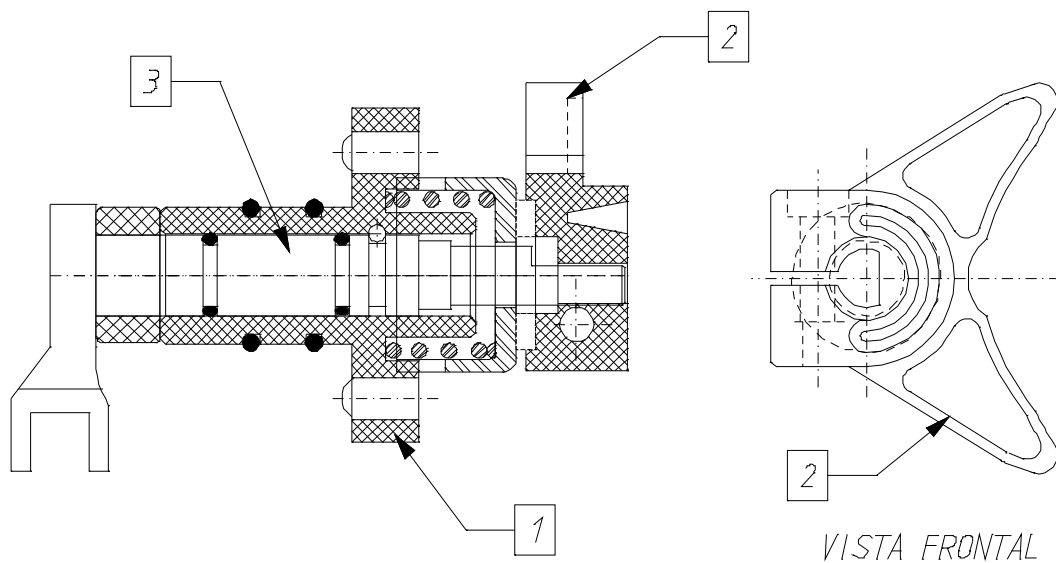


Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.25

4.11 ACCIONAMIENTO DE VALVULA MARIPOSA

La mariposa tiene como función abrir y cerrar la válvula de gasificación de líquido. El cuerpo (1) sujeto en el tanque de la llenadora permite que la mariposa (2) montada en el eje (3) accione a través de una rampa el émbolo de la válvula de llenado. La mariposa (2) posee una ranura transversal que permite su fijación en la palanca por medio de un perno que elimina holguras. La posición de la mariposa es muy importante para que la válvula funcione de forma adecuada³⁷.

Figura 43. Mariposa de apertura Válvula



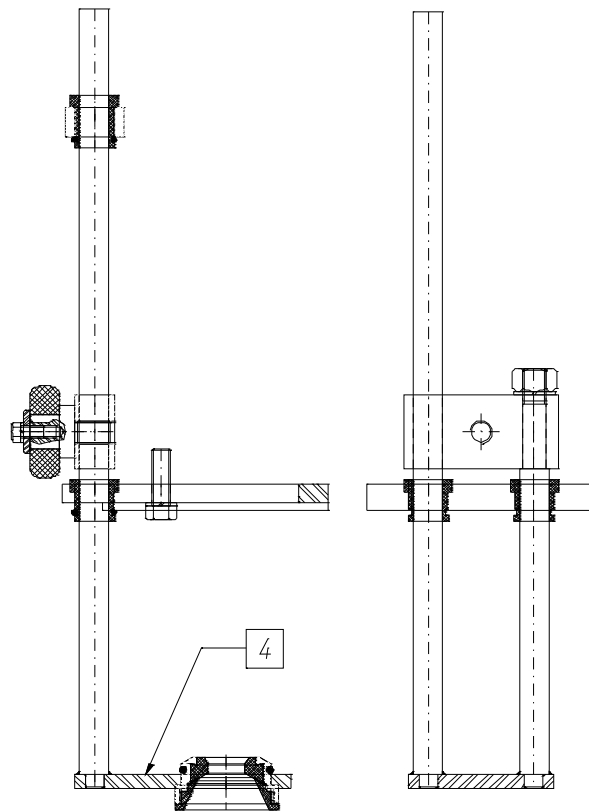
Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.26

³⁷ MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.26

4.12 TULIPA CENTRADORA DE BOTELLA

La tulipa centradora tiene como función posicionar precisamente la botella en el centro de la válvula llenadora y vedar entre el bocal de la botella y el cono de líquido de la válvula llenadora. El soporte de la tulipa (4) es el mecanismo responsable por su movimiento³⁸.

Figura 44. Mariposa de apertura Válvula



Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.27

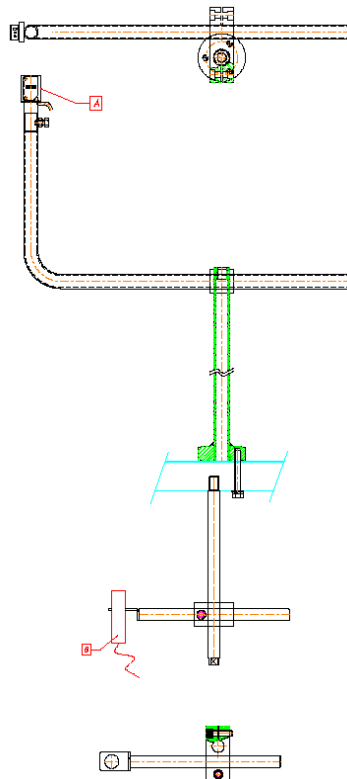
³⁸ MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.27

4.13 DETECTOR DE PRESENCIA DE BOTELLAS

La función del sensor de presencia de botellas (A) es enviar una señal al PLC (controlador lógico programable) haciendo con que el comando de abertura no sea actuado en la ausencia de botellas, afín de evitar pérdidas de gas de contrapresión, eventual ahogamiento de la botella y también evitar que las tapas sean liberadas sin que haga una botella.

La detección es hecha por un sensor fotoeléctrico difuso, o sea, con actuación directa sobre el objeto (botellas)³⁹.

Figura 45. Detector de Presencia de Botellas



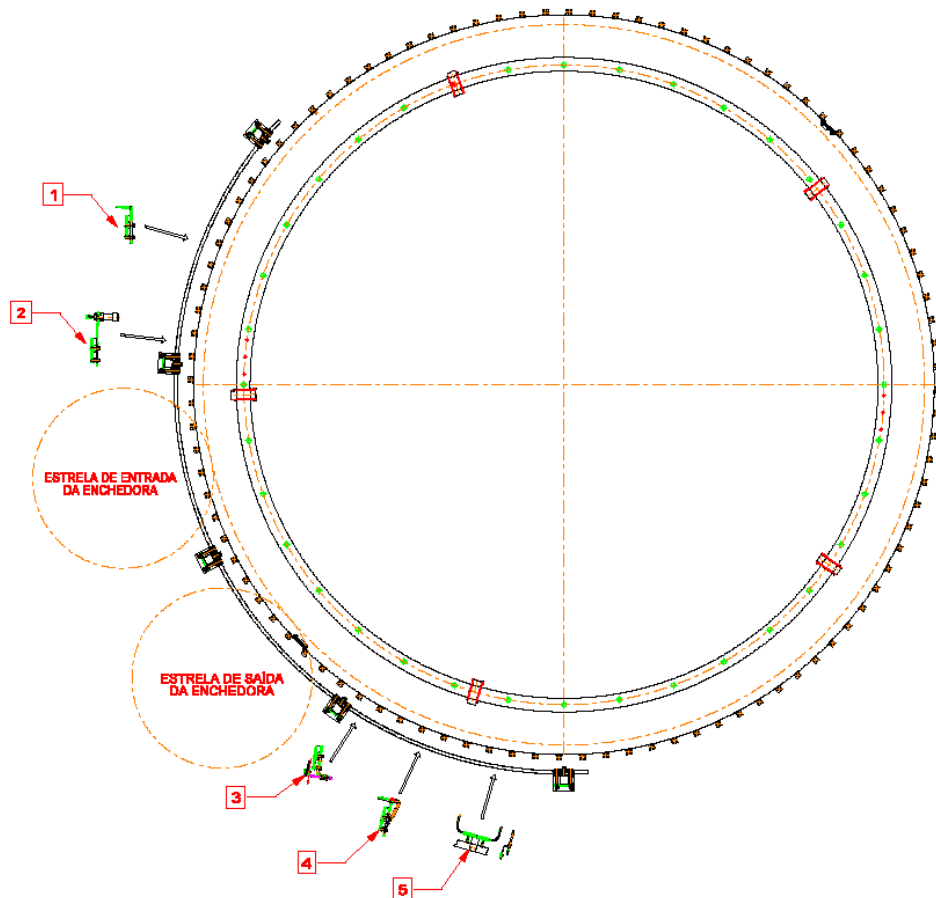
Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.28

³⁹ MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.28

4.14 COMANDOS DE LA VÁLVULA LLENADORA

- Conjunto Centrador de la válvula (1) ;
- Pistón de Tope de la llenadora (2);
- Conjunto Accionador Sniff (3);
- Conjunto Cerramiento Válvula Mariposa (4);
- Esterilizador de la boca de la botella (5);

Figura 46. Ciclo de llenado

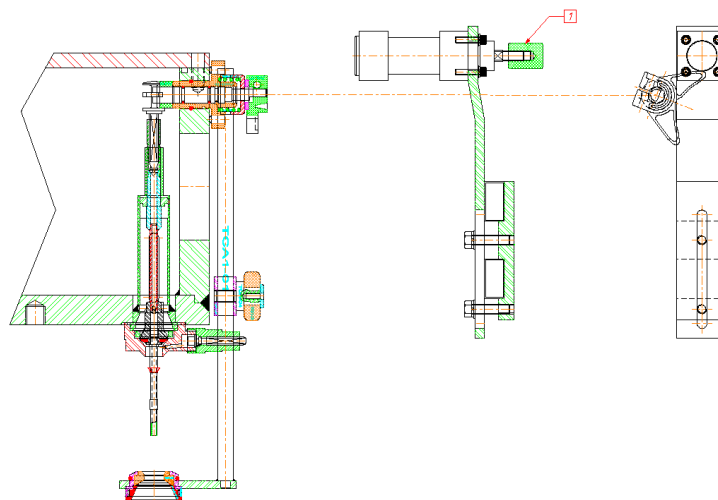


Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.29

4.14.1 (Comando de Apertura), Presurización del gas de contrapresión.

El comando de apertura (1) abre la válvula de gasificación antes del proceso de llenado para que el gas de contrapresión adentre en la botella y haga la presurización⁴⁰.

Figura 47. Gasificación de Botella Vacía



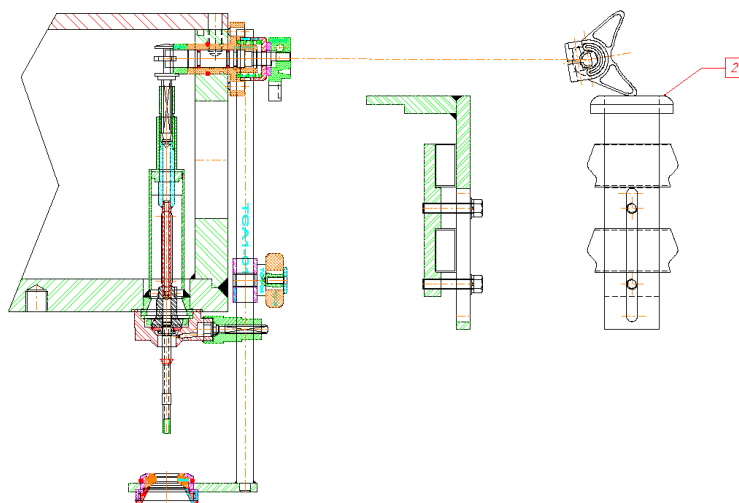
Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.30

⁴⁰ MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.30

4.14.2 Comando de retorno

El trillo de retorno (2) posiciona la mariposa de forma neutra con relación a la aguja de la válvula de gasificación, de forma que al reventar una botella, la válvula cierre automáticamente no habiendo pérdida de gas de contrapresión del recipiente⁴¹.

Figura 48. Comando de Retorno de Valvula



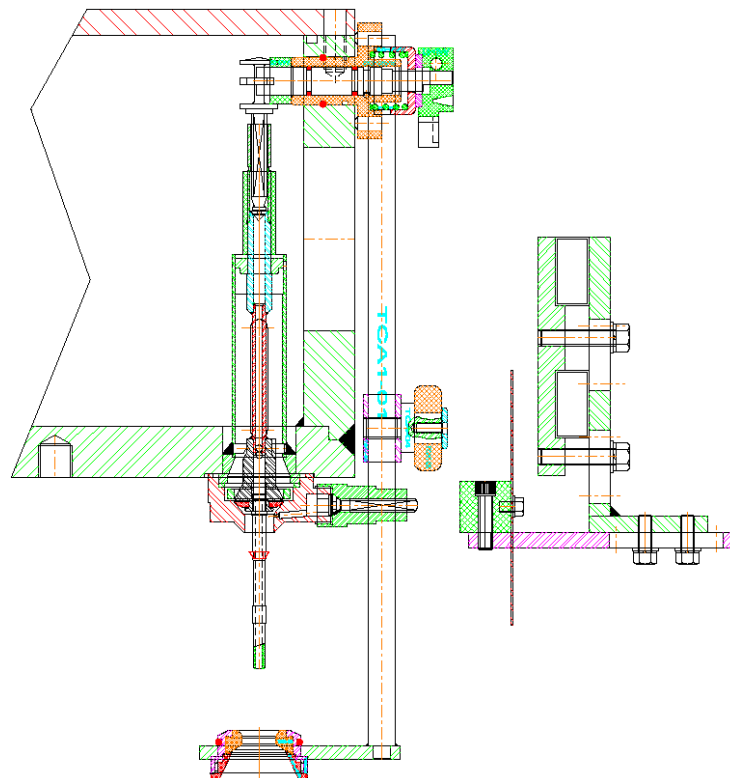
Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.30

⁴¹ MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.30

4.14.3 Comando de cerramiento para el alivio

Después del llenado ser concluido, las válvulas de gas y de líquido son cerradas por el comando de cerramiento (2). A fin de garantizar que todas las válvulas se cierren con seguridad, el trillo de deslizamiento de este comando esta apoyado sobre resortes para compensación de diferencias de alturas entre las válvulas / mariposas⁴².

Figura 49. Comando de Cierre de Válvula



Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.31

⁴² MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.31

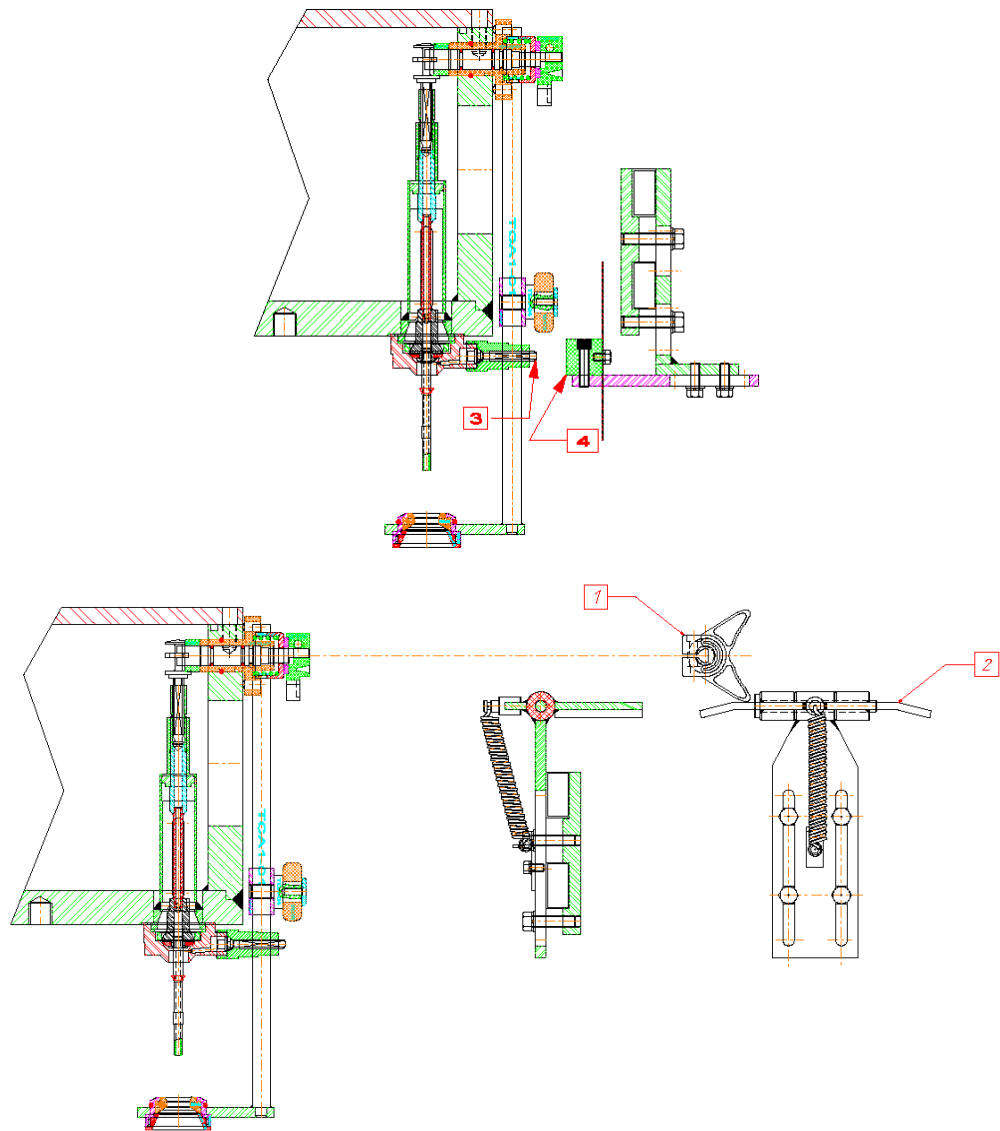
4.14.4 Comando de descarga

Después de las válvulas de líquido y gasificación hayan sido cerradas por el comando de cerramiento, la válvula de alivio (3) es accionada por el comando de alivio (4), para que la presión de dentro de la botella sea liberada suavemente.

Para el llenado de bebidas en alta presión deberá ser usado adicionalmente más un comando de precerramiento y otro de prealivio⁴³.

⁴³ MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.32

Figura 50. Comando de descarga de Válvula



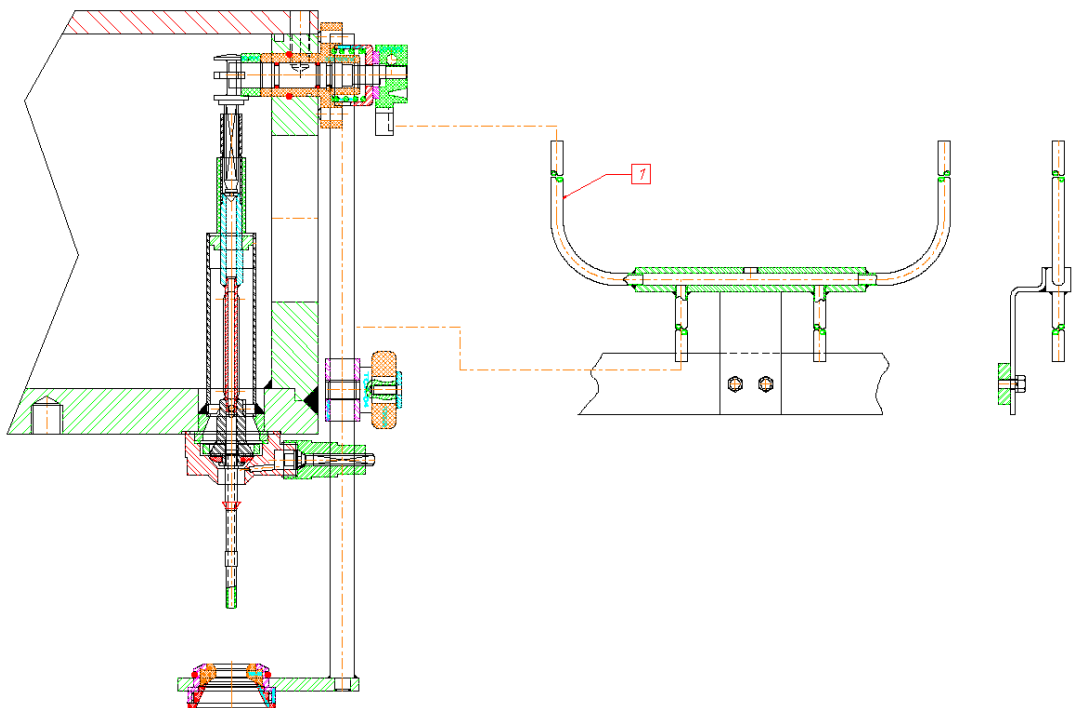
Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.32

4.15 LUBRICACIÓN DEL SOPORTE DE LA TULIPA

La lubricación del soporte de la tulipa (1) está ligada al anillo de soporte de los comandos.

Las piezas de deslizamiento del soporte de la tulipa son pulverizadas con agua cuando la llenadora gira. El mismo proceso acontece con las mariposas y los pernos de comando de la válvula llenadora⁴⁴.

Figura 51. Lubricación Soporte de Tulipa



Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.33

⁴⁴ MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.33

4.16 BOYAS DE DESCARGA Y DE CONTRAPRESIÓN

Las boyas de descarga y contrapresión son responsables por el control de nivel de bebida dentro del tanque de la llenadora. Eso ocurre debido al volumen interno del tanque esta compuesto por líquido en la parte inferior y por gas de contrapresión en la parte superior. La acción combinada de las boyas mantiene el nivel de producto dentro del tanque, referenciándose en el visor de nivel entre 60 y 80% aproximadamente.

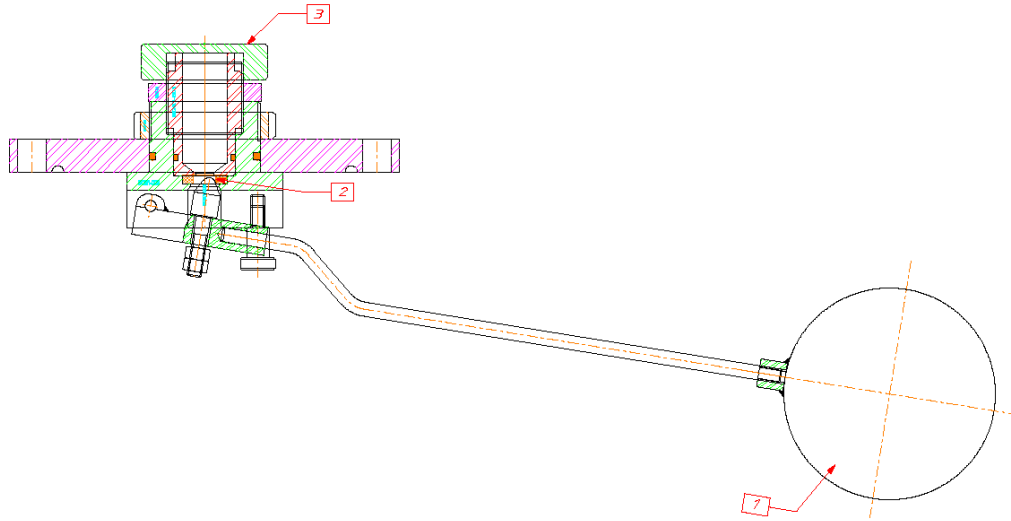
Durante el proceso de llenado, el gas que sale de la botella y ocupa el volumen del líquido que fue para la botella hace con que el nivel del tanque baje. Entonces la boya de descarga abre y la presión en el tanque cae haciendo con que el producto ingrese en el tanque.

Cuando el nivel de producto sube (dentro del tanque) la boya de descarga se cierra. Caso el producto continúe subiendo, la boya de contrapresión abre, forzando el producto de vuelta, impidiendo que el nivel continúe a subir, teniendo en vista que la presión de contrapresión es mayor que la del producto.

La presión de contrapresión debe ser ajustada a través del regulador que se encuentra en la parte inferior de la consola de mando⁴⁵.

⁴⁵ MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.34

Figura 52. Boya de Descarga



Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.34

Durante el proceso de llenado, el gas que sale de dentro de la botella y ocupa el volumen del líquido que fue para la botella hace con que el nivel del tanque baje. La boya (1) abre la salida para el exterior (2), entonces la presión en el tanque cae y la bebida fluye para dentro del tanque, el nivel de líquido sube y la boya vuelve a cerrar la salida.

Para garantizar una presión de llenado constante, la abertura de la aguja (3) debe ser pequeña para que el gas pueda salir continuamente durante el proceso normal de llenado.

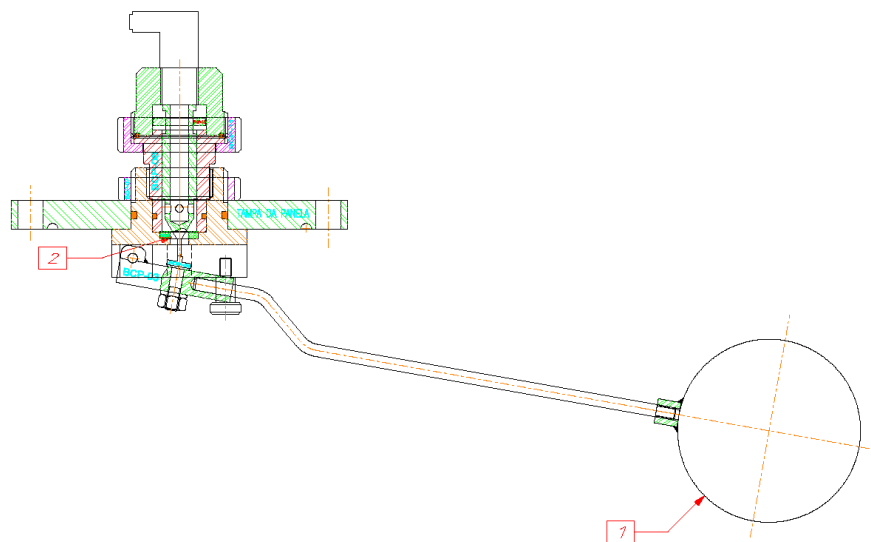
El proceso constante de abertura y cerramiento de la boya de descarga genera fluctuaciones de presión en el tanque de la llenadora, tornando el envase turbulento.

4.17 BOYA DE CONTRAPRESIÓN

El gas de contrapresión es conectado al tanque de la llenadora a través de las boyas. Este gas puede ser un gas inerte (CO₂) o aire esterilizado.

Cuando el nivel de líquido sube en el tanque de la llenadora, primero ocurre el cerramiento de la boya de descarga de gas, caso el líquido continúe subiendo la boya (1) se eleva y abre la entrada (2). La contrapresión (que debe ser previamente ajustada a un valor mas alto que la presión de llenado) fluye para adentro del tanque de la llenadora por el orificio (2) y fuerza la bebida de vuelta al nivel del tanque⁴⁶.

Figura 53. Boya de Contrapresión



Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.36

⁴⁶ MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.36

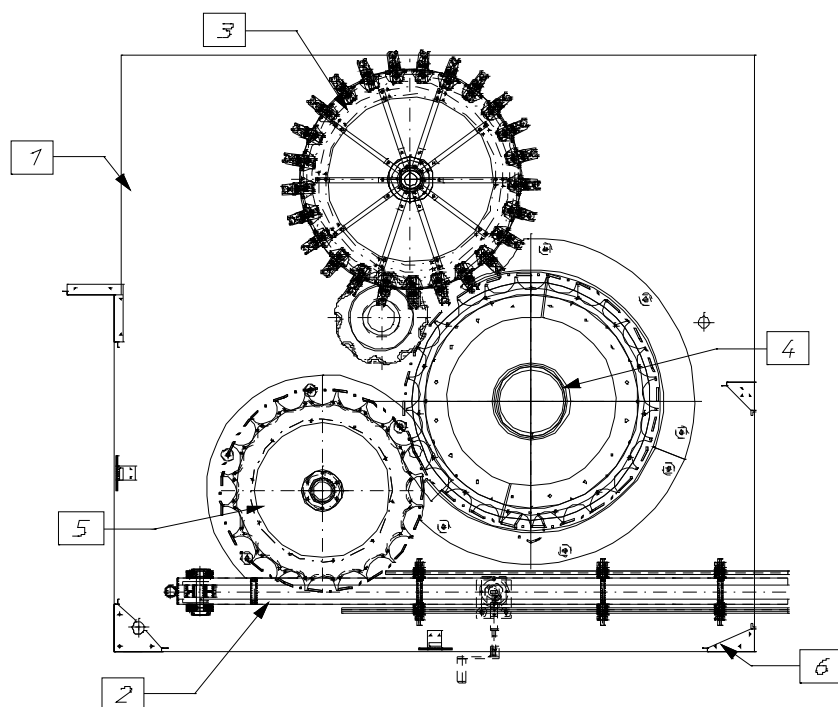
4.18 ROSCADOR

El roscador está montado en una estructura de vigas (1) la cual soporta la cadena transportadora de salida(2) la estrella intermediaria (3) y el árbol central del roscador (4) la estrella de salida (5) y las protecciones(6).

En el árbol central (4) está localizado el alimentador de tapas (7) fijo en el reborde superior del árbol central, luego abajo se localiza el “PICK AND PLACE” (8) el cual está interconectado con una canal (9) que permite que las tapas del alimentador descarguen en él. Incluido en el árbol central tenemos el cabezal (10) la estrella del cuello del botella (11) y el eje central del árbol(12)⁴⁷.

⁴⁷ MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.42

Figura 54. Vista Superior Roscador



Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.42

4.18.1 Funcionamiento Roscador

Las botellas son elevadas hasta la estrella intermedia (1), que las dejará a una distancia (paso) exacta para entrar en la estrella del roscador (2).

Mientras tanto el alimentador (3) selecciona las tapas en la posición correcta, la tapa desciende por el canal (4) donde la estrella conductora (5) la conduce hasta el cabezal roscador (6) que recibe la tapa y la encaja en el botella. En seguida la tapa es roscada por medio del cabezal magnético (6) accionado por un grupo de engranajes(8) en el árbol central (14) que permite un ajuste fino en el torque y hace un roscado perfecto en el final del proceso. Si ocurre la falta de botella un sensor (15) no dejará liberar una tapa hasta que haya botellas en la máquina. Durante el proceso de roscado el botella es impedido de girar debido a la estrella de garras del bocal (9) “antigiro”, si ocurre algún problema en el roscado y la tapa no agarra en el botella un pin extractor elimina la tapa del bocal del cabezal roscador dejando el bocal libre para conducir la próxima tapa.

En el caso del sistema “pescador”, la tapa será “pescada” por el pico del botella, y permanecerá posicionada en su borde hasta el momento de actuar el cabezal roscador sobre la misma.

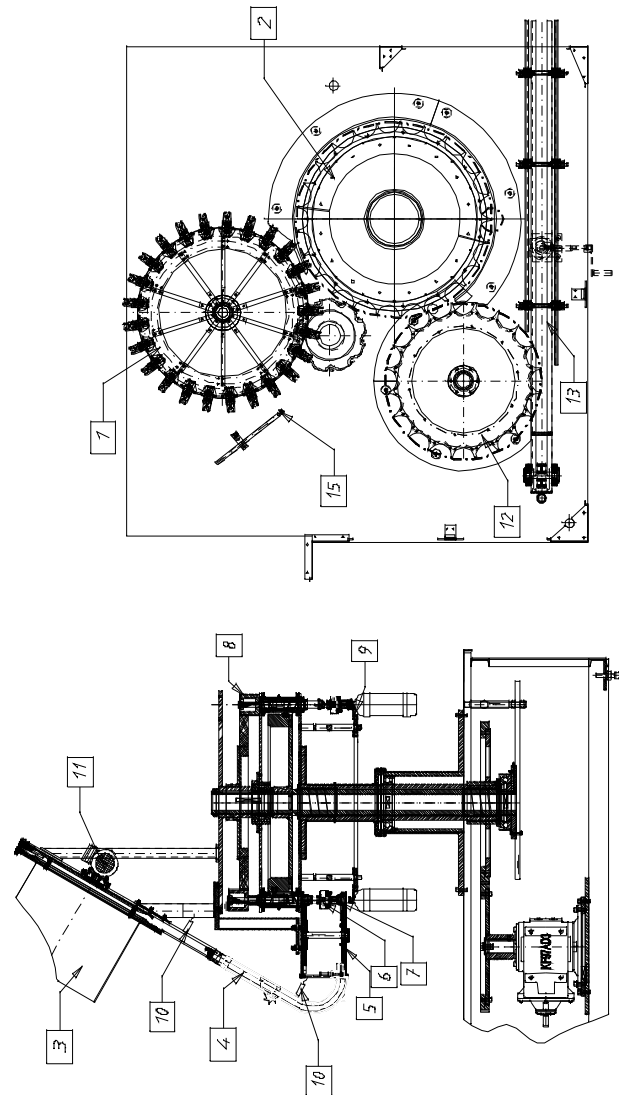
La apertura de la tapa en el botella es determinada por el ajuste del cabezal magnético MAG-MESAL (6).

La alimentación de tapas es controlada por un conjunto de sensores (10). Toda vez que no hay una tapa en frente del sensor, el motoreductor (11) del alimentador (3) es accionado hasta llenar nuevamente el canal (4).

Después de ese proceso en la estrella central del roscador (14) el botella es conducido para la estrella de salida (12) que lo conduce a la cadena de salida (13)⁴⁸.

⁴⁸ MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.44

Figura 55. Funcionamiento Roscador



Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.44

4.19 SELECCIONADOR ALIMENTADOR DE TAPAS Y CANAL DE ALIMENTACIÓN

El alimentador de tapas y el canal están compuestos por un reservorio (1) dos discos seleccionadores de tapas (2) un motoreductor (3) un sensor de presencia (4) un pie de sustentación (5) un extractor (6) una estrella de selección (7) un sensor de presencia (8) un cilindro de liberación (9) y un inyector de aire (10).

El alimentador es movido por un motoreductor (3) que gira los discos seleccionadores (2) proyectados de tal forma que permite que la tapa pase al canal de salida solamente en posición correcta. Las tapas que no están posicionadas de manera correcta son retiradas por el extractor (6) que después de extraídas son agitadas nuevamente hasta que caigan en posición correcta en los discos(2).

Después que las tapas son seleccionadas en la posición correcta y entran en el canal conductor, un sensor (4) detecta si el canal está lleno para la desconexión automática del motoreductor (3). De la misma forma si el canal estuviera vaciándose un sensor (8) localizado en el canal detecta la falta de tapas y acciona nuevamente el motorreductor (3) haciendo que el canal se llene nuevamente. Si hubiera un error de selección en los discos (2) dejando una tapa pasar virada, la estrella de selección (7) no dejará la tapa virada seguir y en una ventana lateral del canal pueda ser expulsada. Un inyector de aire(10) permitirá que la tapa siempre llegue hasta el cilindro de liberación (9) para que no ocurra la falta de tapas para el proceso siguiente.

El alimentador podrá ser ajustado si acaso ocurre una diferencia de medida en la altura de las tapas por las tuercas (A y B)⁴⁹.

⁴⁹ MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.47

Figura 56. Alimentador de Tapas

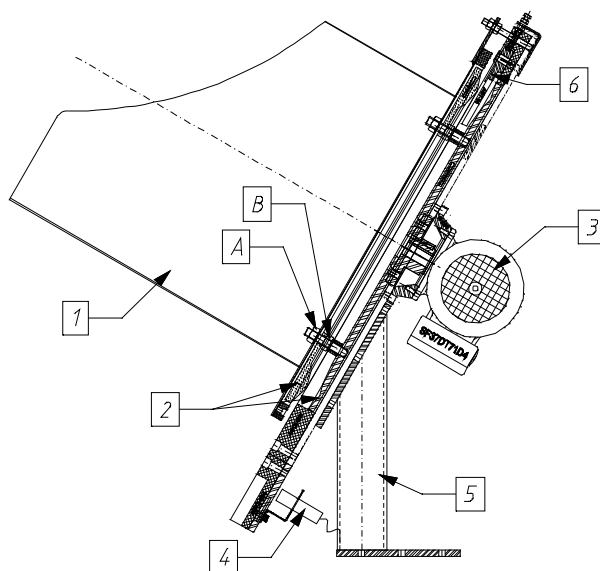
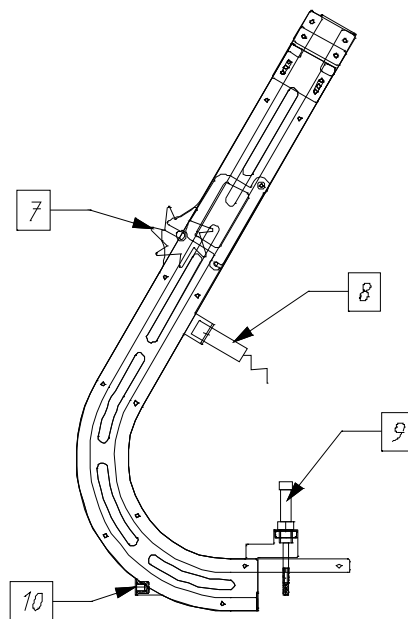


Figura 57. Canal de alimentación de tapas



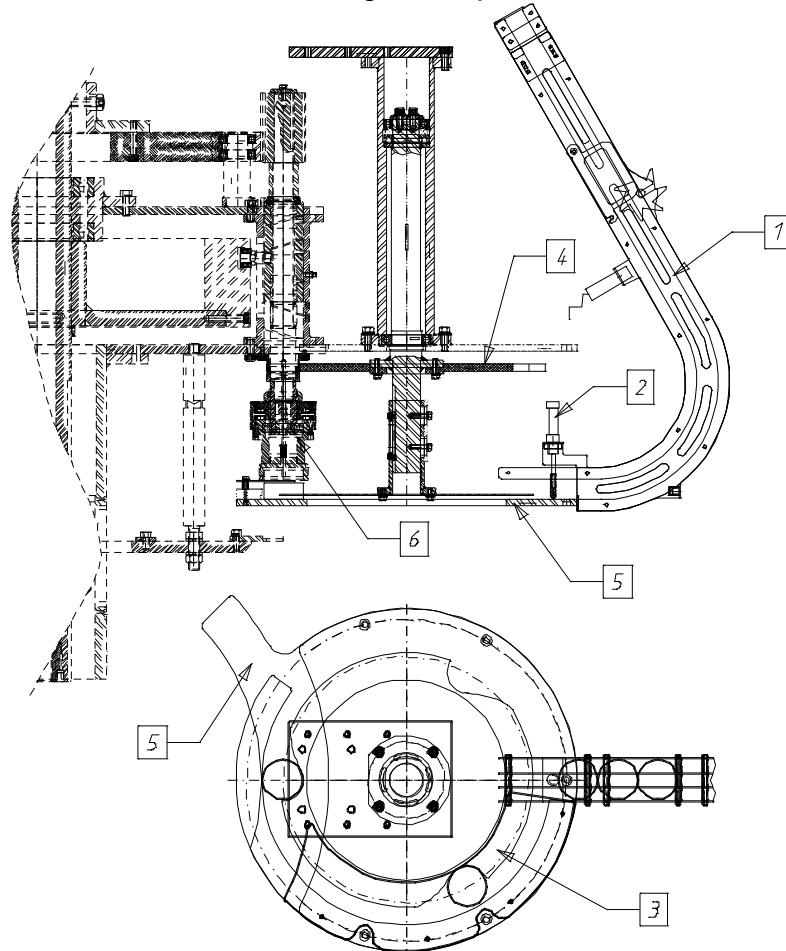
Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.46.

4.20 SISTEMA DE ENTREGA DE TAPAS “PICK AND PLACE”

El sistema de entrega de tapas o “PICK AND PLACE” tiene como función llevar una tapa del canal de alimentación (1) hasta el cabezal roscador (6). La tapa después de seleccionada y posicionada en el canal correctamente llegará hasta el cilindro de liberación (2) que liberará la tapa solamente cuando un sensor localizado en el sinfin o en la estrella de entrada detecta la presencia del botella. La tracción del “PICK AND PLACE” se hace por medio de la estrella de tracción (4) que está sincronizada con el cabezal roscador, haciendo así un correcto alineamiento y entrega de tapa. Después de liberada la tapa por el cilindro (2) la tapa será conducida por la estrella de entrega (3) que la hará deslizar por la mesa (5) hasta el cabezal roscador (6)⁵⁰.

⁵⁰ MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.49

Figura 58. Sistema de entrega de tapas "Pick and Place"

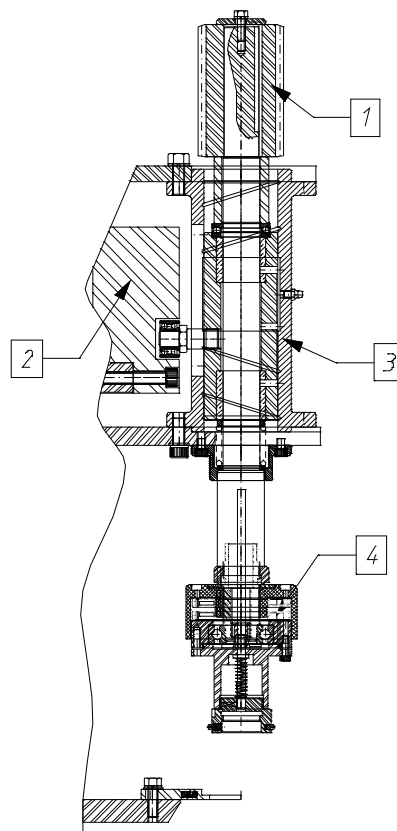


Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.48

4.21 CABEZAL ROSCADOR

El pistón roscador (3) es traccionado por un engranaje (1) que a través de una leva fija (2) se hace subir y bajar para que el cabezal magnético (4) a través de su bocal pueda tomar, conducir y roscar la tapa en la botella⁵¹.

Figura 59. Cabezal Roscador



Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.50

El proceso con la cabeza magnética roscadora comienza en la fase (A) cuando la tapa es liberada y el cabezal se encuentra arriba.

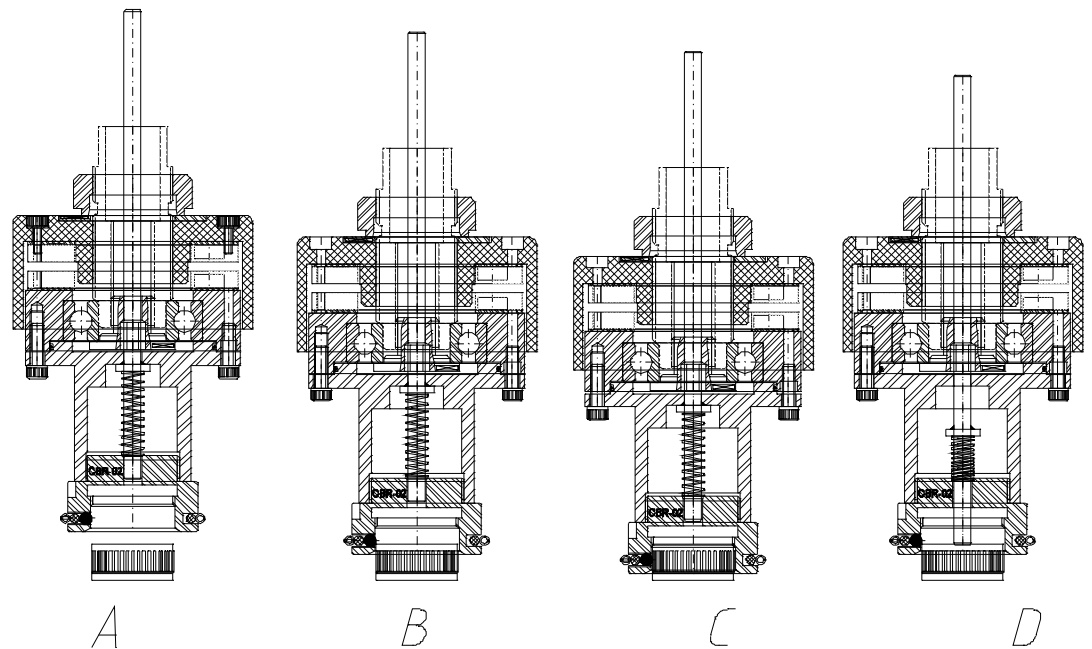
⁵¹ MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.51

En la fase (B) después de ser liberada la tapa y conducida por el “PICK AND PLACE” el cabezal baja haciendo un pre encaje ayudando y centrando la tapa antes de salir de la estrella conductora.

En la fase (C) el cabezal desciende lo suficiente para insertar el bocal en la tapa que enseguida encaja en el frasco y comienza el proceso de roscado.

Y por último en la fase (D) el cabezal sube y el pin extractor desciende haciendo la retirada de la tapa en caso de ocurrir alguna falla en el proceso, evitando así ninguna tapa quede alojada en el bocal.

Figura 60. Ciclo Cabezal Roscador



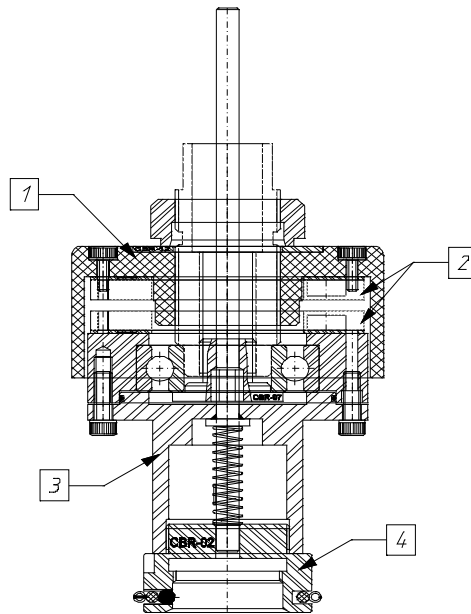
Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.51

4.22 CABEZA MAGNÉTICA ROSCADORA

El cabezal magnético está compuesto por dos secciones de imanes (2) que trabajan con magnetismo permanente, trabajando sin contacto evitando así el desgaste de las piezas. El cabezal fijo del pistón roscador (1) acopla una de las secciones de imanes (2) y el cabezal móvil (3) la otra sección de imanes que es completamente opuesta. Cuando se alcanza el torque regulado, inmediatamente el cabezal móvil (3) para de girar e interrumpe el roscado. El bocal (4) está proyectado con las características de la tapa utilizada.

El torque ajustado en el cabezal ya está predeterminado de acuerdo a la tapa⁵².

Figura 61. Cabezal Roscador Magnético



Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.52

⁵² MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.52

5. IDENTIFICACION DE SISTEMAS DE MAQUINA LLENADORA

Para el desarrollo de este trabajo, la maquina se dividirá en los siguientes sistemas y subsistemas:

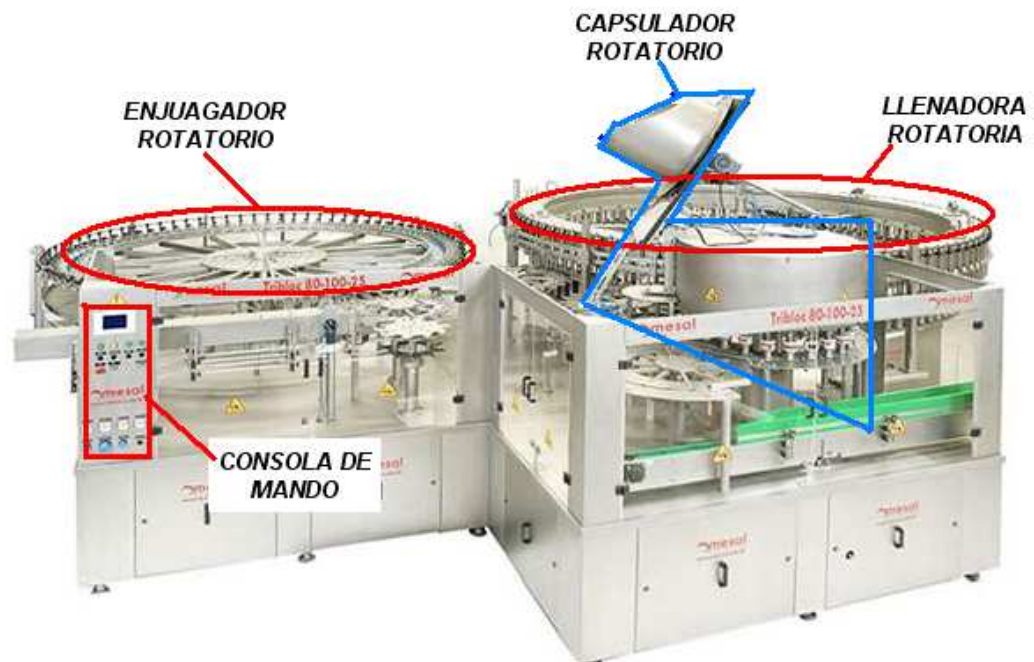
Tabla 4. Sistemas y Subsistemas llenadora TRIBLOC

SISTEMA	SUBSISTEMA (NIVEL 1)
Enjuagador Rotatorio	Sistema de Volteo de Botella
	Sistema de Suministro de agua
	Sistema de Soporte Mecánico
	Base de Maquina
Llenadora Rotatoria	Sistema de Distribución de Producto
	Sistema de Distribución de CO2 y Aire comprimido
	Sistema de Control de Nivel en tanque de llenado
	Sistema de Elevación y sello de Botella
	Sistema de Válvulas de llenado
	Sistema de Soporte Mecánico
	Base de Maquina
Capsulador	Tolva seleccionadora de Tapas
	Canal de Alimentación de Tapas
	Sistema de posicionamiento de tapa "Pick & Place"
	Sistema de Pistones Roscadores.
	Mesa de anti giros
	Sistema de Soporte Mecánico
	Base de Maquina
Sistema de Transmisión Mecánica	Motoreductor Principal
	Reductor Capsulador
	Acople elastomerico

	Sistema de Engranajes Intermedios
	Sistema de Engranajes de estrellas
	Ejes y Rodamientos de Estrellas
	Sistema de Estrellas y Guías
Sistema de Mando y Control	Consola de mando
	Elementos de seguridad
	Tablero Principal

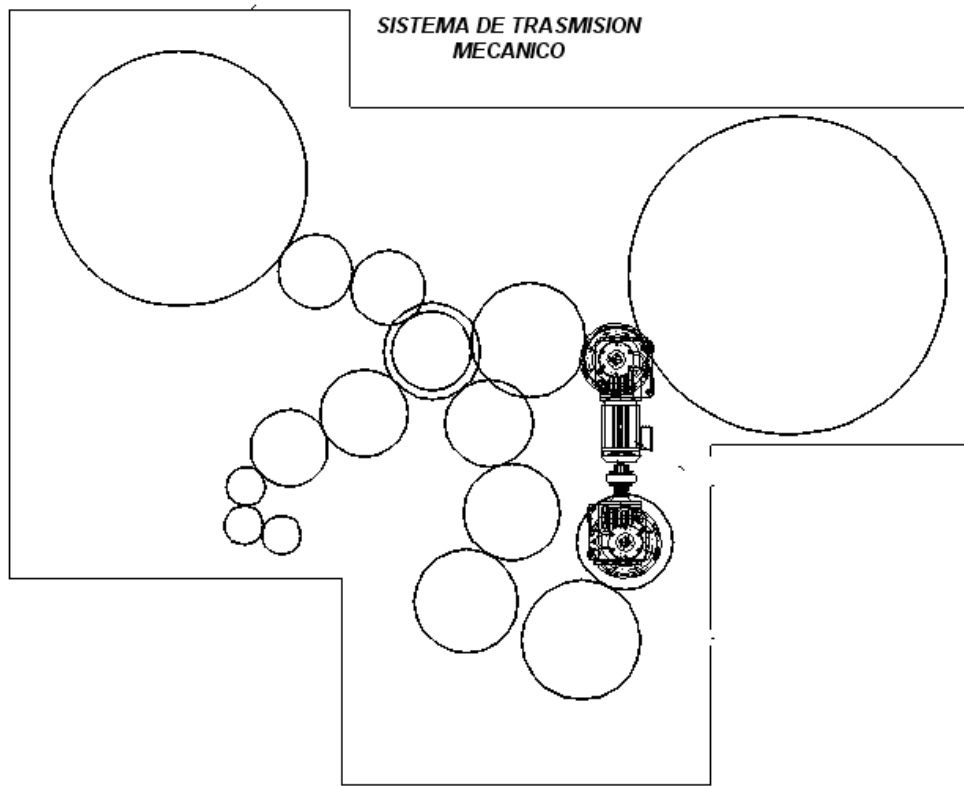
Fuente. El autor

Figura 62. Sistemas Funcionales llenadora TRIBLOC, Grupo 1



Fuente. El autor

Figura 63. Sistema de Transmisión Mecánico



Fuente. El Autor

6. ANALISIS FUNCIONAL DE SISTEMAS DE MAQUINA LLENADORA

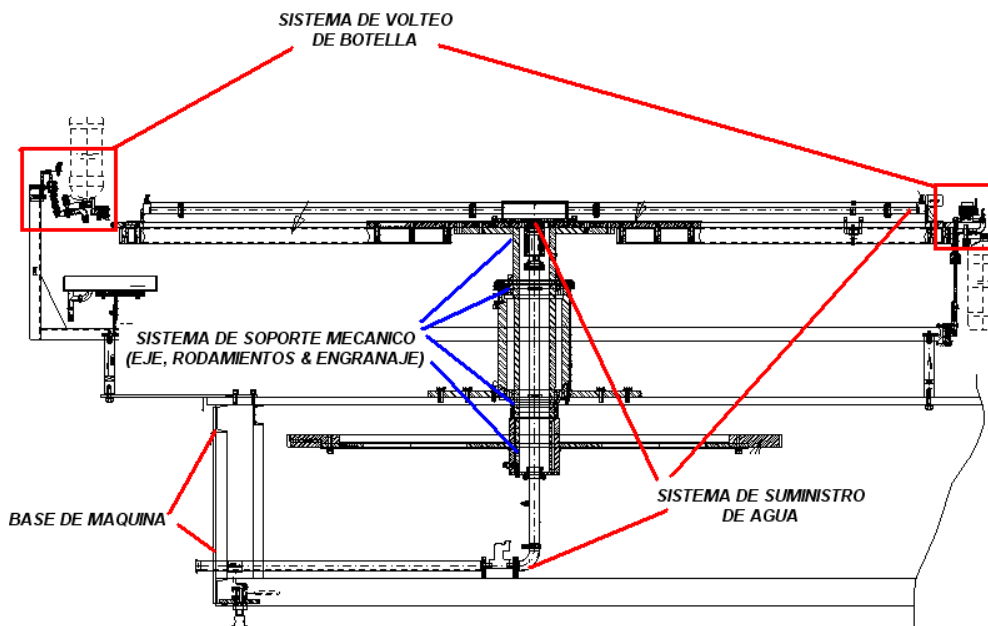
En este capítulo se registrara sistemáticamente la información funcional de la maquina, estos datos se registraran en un formato que contiene:

- i. Sistema de Análisis.
- ii. Subsistema de Análisis.
- iii. Características técnicas del Subsistema
- iv. Condiciones Operacionales.
- v. Interfases: Corresponde a las entradas que requiere el Subsistema para operar, así como toda condición, variable o insumo que afecte la operación del sistema.
- vi. Código de la Función
- vii. Funciones, En este campo se encuentran las funciones principales y secundarias.

6.1 ANALISIS FUNCIONAL DE ENJUAGADOR ROTATORIO

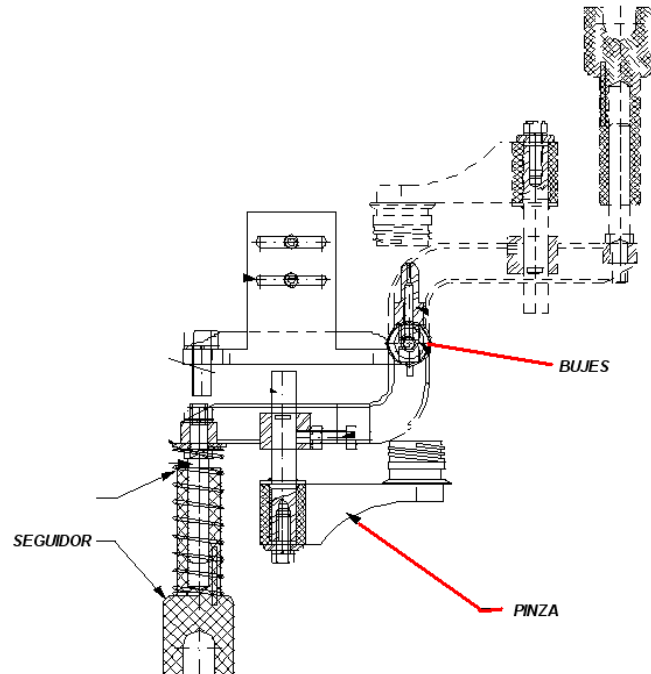
A continuación se definen las fronteras para los subsistemas definidos en la sección 5 para el enjuagador rotatorio, los detalles en cuanto al funcionamiento de este sistema se encuentran en las secciones 4.3 y 4.4.

Figura 64. Fronteras Enjuagador Rotatorio



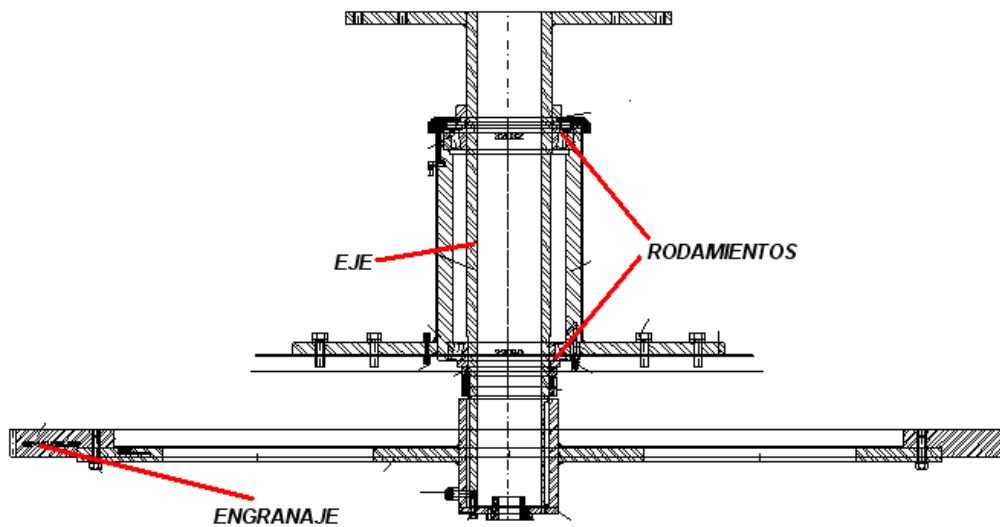
Fuente. El autor

Figura 65. Sistema de Volteo de Botella



Fuente. El autor

Figura 66. Sistema de Soporte Mecánico del Enjuagador



Fuente. El autor

Tabla 5. Análisis Funcional Enjuagador Rotatorio (1 de 2)

FUNCIONES ENJUAGADOR ROTATORIO						
SUBSISTEMA	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SUBSISTEMA	CONDICIONES OPERACIONALES	CONDICIONES AMBIENTALES	INTERFASES	Cód Fun.	FUNCIONES
ENJUAGADOR ROTATORIO	VELOCIDAD: (600 BPM @ 400 ML, 7.5 RPM), (180 BPM @ 3020 ML, 2 RPM)	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 C°	Par Motriz	E1	1. Primaria: Enjuagar botellas vacías, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML
	MATERIAL DE CONSTRUCCION. INOX 304 & TERMOPLASTICOS DE INGENIERIA	Cambios de Formato sujetos a programación de producción	Contacto directo con agua, por lavados constantes y agua de enjuague	Velocidad Angular Constante		
	80 VALVULAS DE ENJUAGUE	Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas		Botella Vacía		
	MATERIAL DE BOTELLA: PET			Botella en Posición Correcta		
	FORMATOS, "TAMAÑOS DE BOTELLA": 250 ml, 400 ml, 1700 ml, 3020 ml			Agua Tratada		
				Botella vacía enjuagada.		
SISTEMA DE VOLTEO DE BOTELLA	VELOCIDAD: 600 BPM @ 400 ML, 180 BPM @ 3020 ML	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 C°	Botella vacía en condiciones adecuadas.	E2	1. Primaria: Voltear las botellas vacías para un correcto enjuague, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150
	MATERIAL DE CONSTRUCCION. INOX 304 & TERMOPLASTICOS	Cambios de Formato sujetos a programación de producción	Contacto directo con agua, por lavados constantes y agua de enjuague y lubricación.	Agua de lubricación de órbita del rinser	E3	2. Secundaria: Transferir botella enjuagada en la posición correcta a la estrella de salida del ENJUAGADOR.
	MATERIAL DE BOTELLA: PET	Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas				

Fuente. El autor

Tabla 6. Análisis Funcional Enjuagador Rotatorio (2 de 2)

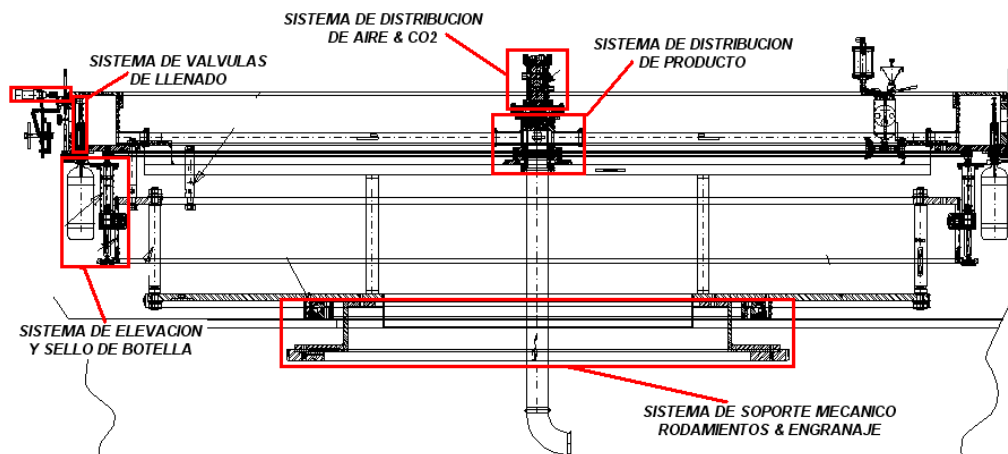
SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA	PRESION SUMINISTRO: 1,5 barg	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 C°	Botella vacia en condiciones adecuadas.	E4	1. Primaria: Suministrar agua para enjuague y lubricaciona todas las botellas montadas en el RINSER (80), Presion de Suministro 1,5-3 barg, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML
	MATERIAL DE CONSTRUCCION. INOX 304 & TERMOPLASTICOS	Cambios de Formato sujetos a programacion de produccion	Contacto directo con agua, por lavados constantes y agua de enjuague y lubricacion.	Agua TRATADA		
	MATERIAL DE BOTELLA: PET FORMATOS, "TAMAÑOS DE BOTELLA": 250 ml, 400 ml, 1700 ml, 3020 ml	Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas				
SISTEMA DE SOPORTE MECANICO (EJE, RODAMIENTOS & ENGRANAJE)	MATERIAL DE CONSTRUCCION: ACERO DE MAQUINARIA 1045	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 C°	GRASA MULTIPROPOSITO	E5	1. Primaria: Suministrar soporte mecanico a Brazos y Anillo soporte de botella, Excentricidad maxima (+/-, 2 mm)
	MATERIAL DE BOTELLA: PET	Cambios de Formato sujetos a programacion de produccion	Contacto directo con agua, por lavados constantes y agua de enjuague y lubricacion.	TORQUE		
	FORMATOS, "TAMAÑOS DE BOTELLA": 250 ml, 400 ml, 1700 ml, 3020 ml	Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas		VELOCIDAD ANGULAR CONSTANTE		2. Secundaria: Garantizar transmision constante de velocidad del piñon principal, al eje del capsulador
BASE DE MAQUINA	MATERIAL DE CONSTRUCCION: ACERO INOX 304	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 C°	SOLUCION SANITIZANTE	E6	1. Primaria: Suministrar soporte mecanico y nivelacion al mecanismo del enjuagador, Nivel (+/- 2°)
		Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas	Contacto directo con agua, por lavados constantes y agua de enjuague y lubricacion.	AGUA		

Fuente. El autor

6.2 ANALISIS FUNCIONAL LLENADORA ROTATORIA

A continuación se definen las fronteras para los subsistemas definidos en la sección 5 para la llenadora rotatoria, los detalles de los mismos se encuentran en las secciones 4.5 y (4.6 a 4.17).

Figura 67. Fronteras llenadora Rotatoria



Fuente. El Autor

Tabla 7. Análisis Funcional llenadora rotatoria (1 de 2)

FUNCIONES LLENADORA ROTATORIA						
ELEMENTO DE ESTUDIO	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ELEMENTO	CONDICIONES OPERACIONALES	CONDICIONES AMBIENTALES	INTERFASES	Cód Fun.	FUNCIONES
LLENADORA ROTATORIA	VELOCIDAD: (600 BPM @ 400 ML, 6 RPM), (180 BPM @ 3020 ML, 1.5 RPM)	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 C°	Par Motriz	L1	1. Primaria: Llenar botellas vacías, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML, con un contenido neto +/- 5%
	MATERIAL DE CONSTRUCCION. INOX 304 & TERMOPLASTICOS DE INGENIERIA	Cambios de Formato sujetos a programación de producción	Contacto directo con agua, por lavados constantes y agua de enjuague, productos ácidos y alcalinos para saneamiento.	Velocidad Angular Constante		
	100 VALVULAS DE LLENADO	Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas		Botella Vacía		
	MATERIAL DE BOTELLA: PET			Botella en Posición Correcta		
	FORMATOS, "TAMAÑOS DE BOTELLA": 250 ml, 400 ml, 1700 ml, 3020 ml			Agua Tratada		
				Botella vacía enjuagada.		
SISTEMA DE DISTRIBUCION DE PRODUCTO (BEBIDA)	VELOCIDAD: 600 BPM @ 400 ML, 180 BPM @ 3020 ML	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 2 C°	PRODUCTO, (BEBIDA), 4 barg	L2	1. Primaria: Suministrar Producto "Bebida" al tanque de llenado, (250 L/min +/- 10%, @ 400 ml), (570 L/min +/- 10%, @ 3020 ml), sin fugas.
	MATERIAL DE CONSTRUCCION. INOX 304 & TERMOPLASTICOS	Cambios de Formato sujetos a programación de producción	Contacto directo con agua, por lavados constantes y agua de enjuague, productos ácidos y alcalinos para saneamiento.			
	MATERIAL DE BOTELLA: PET	Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas				
SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AIRE & CO2	PRESION SUMINISTRO: 4 barg	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 C°	CO2 4BARG	L3	1. Primaria: Suministrar aire para cilindros elevadores, y CO2 para contrapresión del tanque, Presión de Suministro 4 barg +/- 5%, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML
	MATERIAL DE CONSTRUCCION. INOX 304 & TERMOPLASTICOS	Cambios de Formato sujetos a programación de producción	Contacto directo con agua, por lavados constantes y agua de enjuague, productos ácidos y alcalinos para saneamiento.	AIRE 4 barg		
	MATERIAL DE BOTELLA: PET	Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas				

Fuente. El autor

Tabla 8. Análisis Funcional llenadora rotatoria (2 de 2)

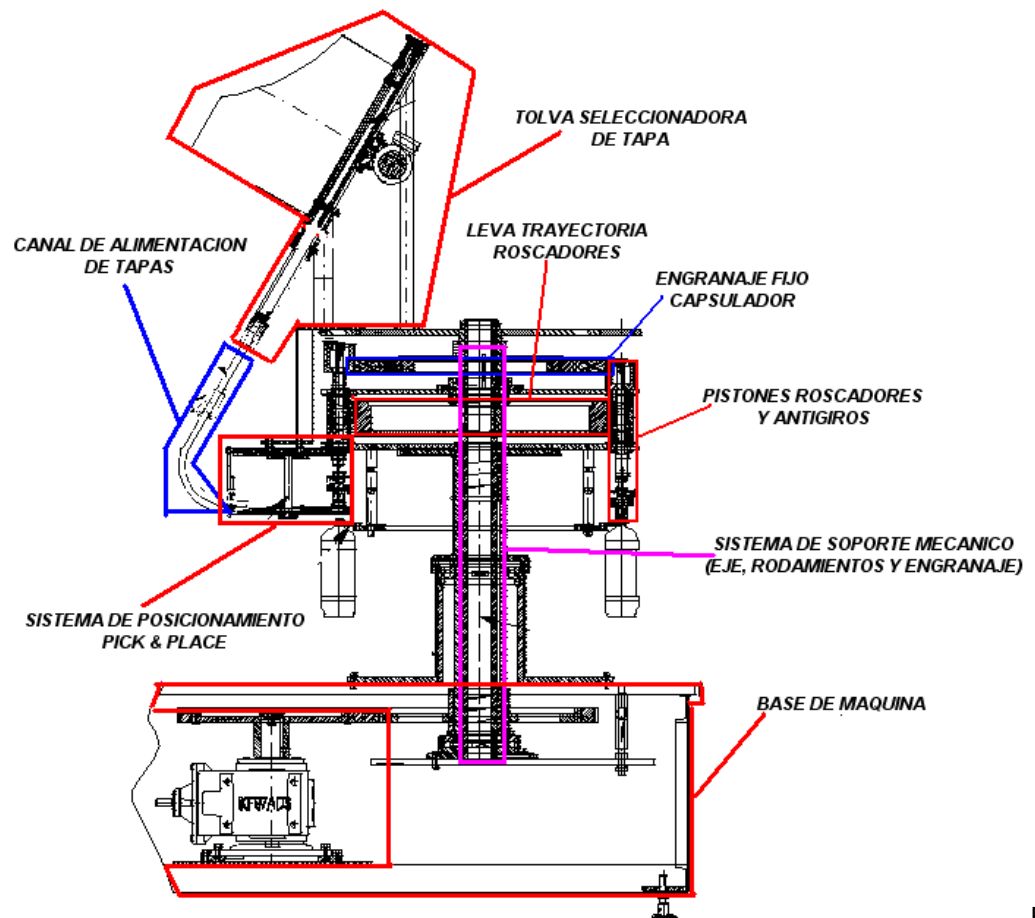
SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO	MATERIAL DE CONSTRUCCION: ACERO INOX 304 & EMPAQUEADURA EN VITON Y EPDM	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 C°	PRODUCTO BEBIDA	L4	1. Primaria: Controlar el nivel en el tanque de llenado +/- 2cm. a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML
	FORMATOS, "TAMAÑOS DE BOTELLA": 250 ml, 400 ml, 1700 ml, 3020 ml	Cambios de Formato sujetos a programacion de produccion	Contacto directo con agua, por lavados constantes y agua de enjuague, productos acidos y alcalinos para saneamiento.	CO2, 4 barg +/- 5%		
		Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas		AIRE 4 barg		
SISTEMA DE ELEVACION Y SELLO DE LA BOTELLA.	MATERIAL DE CONSTRUCCION. INOX 304 & TERMOPLASTICOS DE INGENIERIA.	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 C°	AIRE 4 barg + 10%	L5	1. Primaria: Suministrar soporte y sello mecanico entre la botella y al valvula de llenado sin fugas. a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML
		Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas	Contacto directo con agua, por lavados constantes y agua de enjuague, productos acidos y alcalinos para saneamiento.	LUBRICANTE NEUMATICO		
SISTEMA DE VALVULAS DE LLENADO	MATERIAL DE CONSTRUCCION. INOX 304 & TERMOPLASTICOS DE INGENIERIA.	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 2 C°	CO2 4BARG	L6	1. Primaria: Suministrar producto "bebida carbonatada" a la botella de PET con un volUmen de llenado +/- 0,5 % del volumen neto. a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML
	MATERIAL DE BOTELLA: PET	Cambios de Formato sujetos a programacion de produccion	Contacto directo con agua, por lavados constantes y agua de enjuague, productos acidos y alcalinos para saneamiento.	PRODUCTO "BEBIDA"		
	FORMATOS, "TAMAÑOS DE BOTELLA": 250 ml, 400 ml, 1700 ml, 3020 ml	Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas				
SISTEMA DE SOPORTE MECANICO (RODAMIENTOS & ENGRANAJE)	MATERIAL DE CONSTRUCCION: ACERO DE MAQUINARIA 1045	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 C°	GRASA MULTIPROPOSITO	L7	1. Primaria: Suministrar soporte mecanico a taza de llenado, Excentricidad maxima (+/-, 0,5 mm) 2. Secundaria: Garantizar trasmision constante de velocidad del piñon principal, al eje del capsulador
	MATERIAL DE BOTELLA: PET	Cambios de Formato sujetos a programacion de produccion	Contacto directo con agua, por lavados constantes y agua de enjuague y lubricacion.	TORQUE		
	FORMATOS, "TAMAÑOS DE BOTELLA": 250 ml, 400 ml, 1700 ml, 3020 ml	Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas		VELOCIDAD ANGULAR CONSTANTE		
BASE DE MAQUINA	MATERIAL DE CONSTRUCCION: ACERO INOX 304	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 C°	SOLUCION SANITIZANTE	L8	1. Primaria: Suministrar soporte mecanico y nivelacion al mecanismo del tanque de la llenadora, Nivel (+/- 2°)
		Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas	Contacto directo con agua, por lavados constantes y agua de enjuague y lubricacion.	AGUA		

Fuente. El Autor

6.3 ANALISIS FUNCIONAL DE CAPSULADOR ROTATORIO

A continuación se definen las fronteras para los subsistemas definidos en la sección 5 para el capsulador rotatorio, los detalles en cuanto al funcionamiento de este sistema se encuentran en las secciones 4.18 a 4.22.

Figura 68. Fronteras Capsulador Rotatorio



Fue

nte. El Autor

Tabla 9. Análisis Funcional Capsulador Rotatorio (1 de 2)

FUNCIONES CAPSULADOR						
ELEMENTO DE ESTUDIO	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ELEMENTO	CONDICIONES OPERACIONALES	CONDICIONES AMBIENTALES	INTERFASES	Cód Fun.	FUNCIONES
CAPSULADOR ROTATORIO	VELOCIDAD: (600 BPM @ 400 ML, 6 RPM), (180 BPM @ 3020 ML, 1.5 RPM)	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 C°	Par Motriz	C1	1. Primaria: Capsular botellas llenas, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML, con un torque 12 lbf-pulg, +/- 1 lbf-pulg, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML
	MATERIAL DE CONSTRUCCION. INOX 304, ACERO 4340 & TERMOPLASTICOS DE INGENIERIA	Cambios de Formato sujetos a programacion de produccion.	Contacto directo con agua, por lavados constantes y agua de enjuague, productos acidos y alcalinos para saneamiento.	Velocidad Angular Constante		
	25 CABEZALES ROSCADORES			Botella LLENA		
	MATERIAL DE BOTELLA: PET	Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas		Botella en Posicion Correcta		
	FORMATOS, "TAMAÑOS DE BOTELLA": 250 ml, 400 ml, 1700 ml, 3020 ml			Agua Tratada		
				Tapa Polipropileno		
LEVA TRAYECTORIA ROSCADORES	VELOCIDAD: 600 BPM @ 400 ML, 180 BPM @ 3020 ML	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 2 C°	LUBRICANTE	C2	1. Primaria: Gobernar trayectoria pistones roscadores, tolerancia +/- 0,5 mm, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML
	MATERIAL DE CONSTRUCCION. ACERO 4140	Cambios de Formato sujetos a programacion de produccion	Contacto directo con agua, por lavados constantes y agua de enjuague, productos acidos y alcalinos para saneamiento.			
	MATERIAL DE BOTELLA: PET	Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas				
	FORMATOS, "TAMAÑOS DE BOTELLA": 250 ml, 400 ml, 1700 ml, 3020 ml					
ENGRANAJE FIJO CAPSULADOR	VELOCIDAD: 600 BPM @ 400 ML, 180 BPM @ 3020 ML	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 C°	LUBRICANTE	C3	1. Primaria: Transmitir movimiento a pistones roscadores con velocidad angular constante, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML
	MATERIAL DE CONSTRUCCION. TERMOPLASTICOS DE	Cambios de Formato sujetos a programacion de produccion	Contacto directo con agua, por lavados constantes y agua de enjuague, productos acidos y alcalinos para saneamiento.			
	MATERIAL DE BOTELLA: PET	Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas				
	FORMATOS, "TAMAÑOS DE BOTELLA": 250 ml, 400 ml, 1700 ml, 3020 ml					
PISTONES ROSCADORES & ANTIGIROS	MATERIAL DE CONSTRUCCION: ACERO INOX 304, BRONCE SAE 65, ACERO 4340.	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 C°	PAR MOTRIZ CONSTANTE	C4	1. Primaria: Aplicar tapa a botella llena, con un torque 12 lbf-pulg, +/- 1 lbf-pulg, y una carga vertical de 25 kgf +/- 1 kgf, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML
		Cambios de Formato sujetos a programacion de produccion	Contacto directo con agua, por lavados constantes y agua de enjuague, productos acidos y alcalinos para saneamiento.	LUBRICANTE		
		Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas		Tapa Polipropileno		
	FORMATOS, "TAMAÑOS DE BOTELLA": 250 ml, 400 ml, 1700 ml, 3020 ml			Botella LLENA		

Fuente. El Autor

Tabla 10. Análisis Funcional Capsulador Rotatorio (2 de 2)

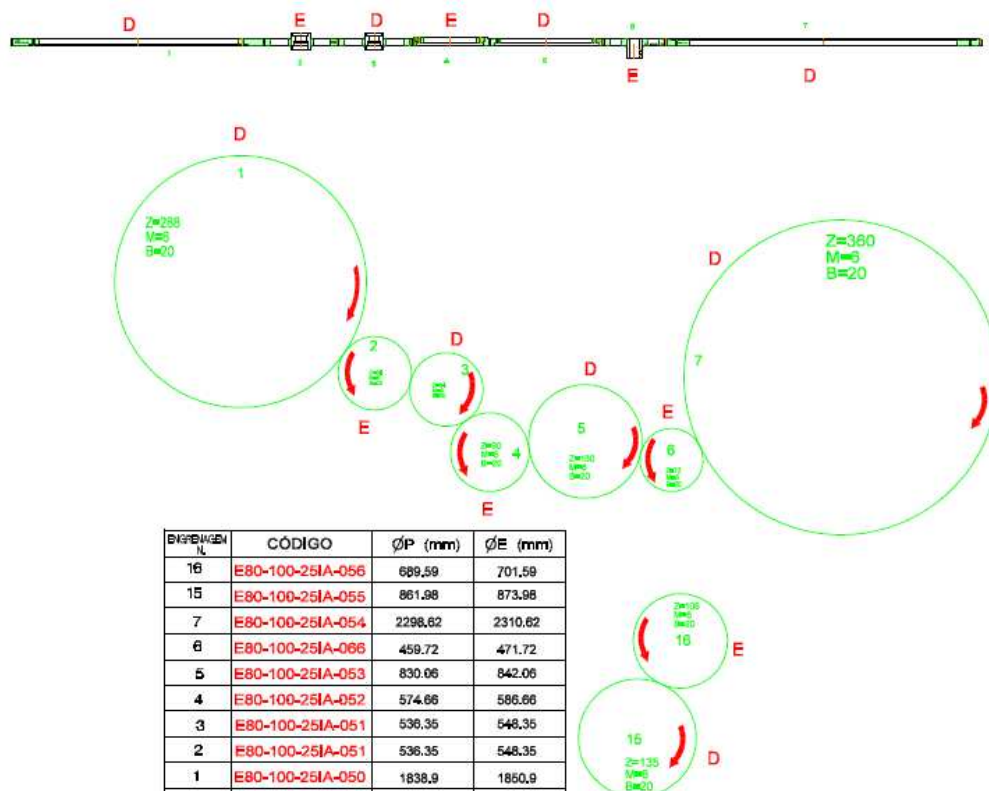
TOLVA SELECCIONADORA DE TAPA	MATERIAL DE CONSTRUCCION. INOX 304 & TERMOPLASTICOS DE INGENIERIA.	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 C° Contacto directo con agua, por lavados constantes y agua de enjuague, productos acidos y alcalinos para saneamiento.	SUMINISTRO ELECTRICO	C5	1. Primaria: Ubicar tapas en la posicion correcta para entregar al carrusel de bajada, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML
		Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas				
CANAL DE ALIMENTACION DE TAPAS	MATERIAL DE CONSTRUCCION. INOX 304 & TERMOPLASTICOS DE INGENIERIA.	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 C°	Tapa Polipropileno	C6	1. Primaria: Transportar tapas de la tolva seleccionadora y entregarlas al PICK & PLACE, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML
	MATERIAL DE BOTELLA: PET	Cambios de Formato sujetos a programacion de produccion	Contacto directo con agua, por lavados constantes y agua de enjuague, productos acidos y alcalinos para saneamiento.	AIRE COMPRIMIDO		
SISTEMA DE POSICIONAMIENTO PICK & PLACE	MATERIAL DE CONSTRUCCION: ACERO INOX 304 & TERMOPLASTICOS DE INGENIERIA	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 C° Contacto directo con agua, por lavados constantes y agua de enjuague y lubricacion.	SOLUCION SANITIZANTE	C7	1. Primaria: Recibir la tapa del carril de alimentacion y entregar la tapa a los pistones roscadores, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML
		Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas		AGUA		
SISTEMA DE SOPORTE MECANICO (RODAMIENTOS & ENGRANAJE)	MATERIAL DE CONSTRUCCION: ACERO DE MAQUINARIA 1045	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 C°	GRASA MULTIPROPOSITO	C8	1. Primaria: Suministrar soporte mecanico a pistones roscadores, Excentricidad maxima (+/- , 1 mm)
	MATERIAL DE BOTELLA: PET	Cambios de Formato sujetos a programacion de produccion	Contacto directo con agua, por lavados constantes y agua de enjuague y lubricacion.	TORQUE		
BASE DE MAQUINA	MATERIAL DE CONSTRUCCION: ACERO INOX 304	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 C° Contacto directo con agua, por lavados constantes y agua de enjuague y lubricacion.	SOLUCION SANITIZANTE	C9	1. Primaria: Suministrar soporte mecanico y nivelacion al mecanismo del CAPSULADOR, Nivel (+/- 2°)
		Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas		AGUA		

Fuente. El Autor

6.4 ANALISIS FUNCIONAL SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO

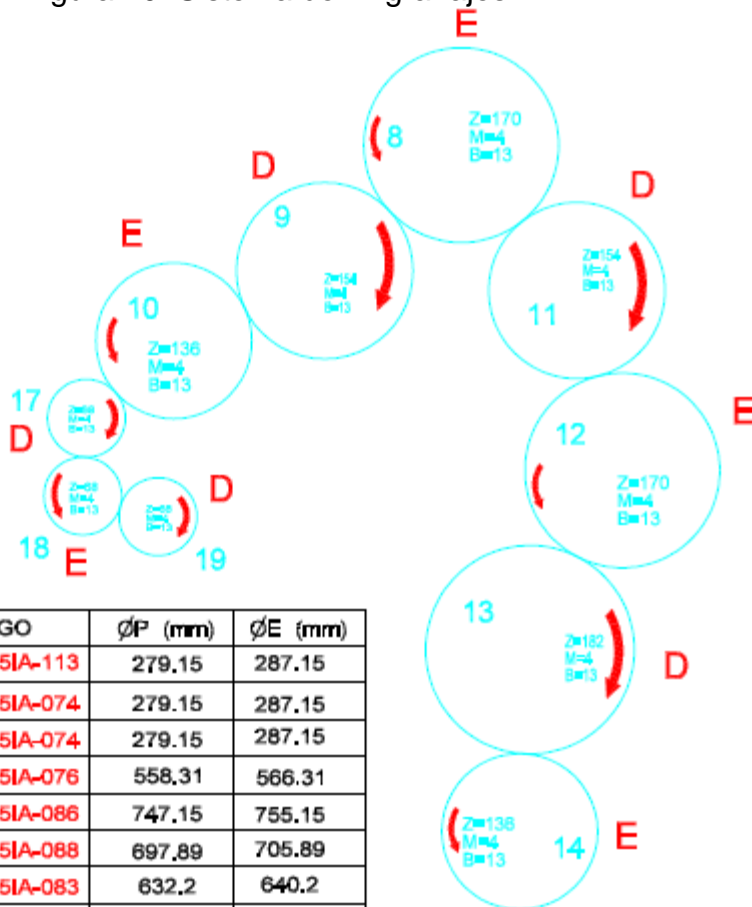
A continuación se definen las fronteras para los subsistemas definidos en la sección 5 para el Sistema de transmisión mecánico, los detalles en cuanto al funcionamiento de este sistema se encuentran en las secciones 4.6.

Figura 69. Sistema de engranajes NIVEL 1



Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Engranajes, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.1

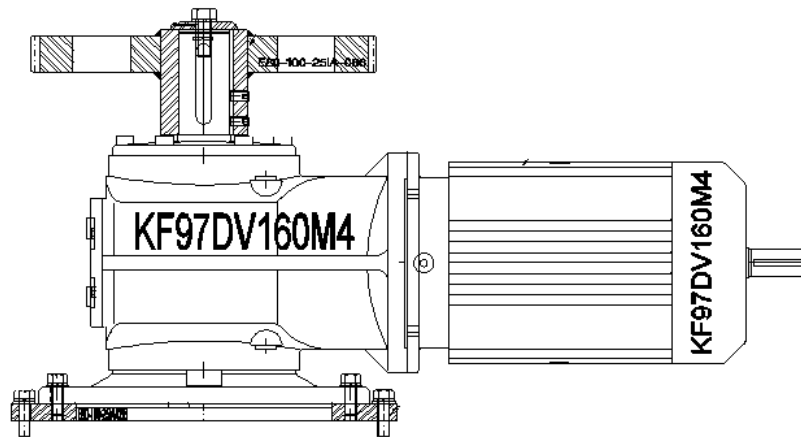
Figura 70. Sistema de Engranajes NIVEL 2



ENGRANAJE Nº	CÓDIGO	∅P (mm)	∅E (mm)
19	E80-100-25IA-113	279.15	287.15
18	E80-100-25IA-074	279.15	287.15
17	E80-100-25IA-074	279.15	287.15
14	E80-100-25IA-076	558.31	566.31
13	E80-100-25IA-086	747.15	755.15
12	E80-100-25IA-088	697.89	705.89
11	E80-100-25IA-083	632.2	640.2
10	E80-100-25IA-076	558.31	566.31
9	E80-100-25IA-083	632.2	640.2
8	E80-100-25IA-077	697.89	705.89

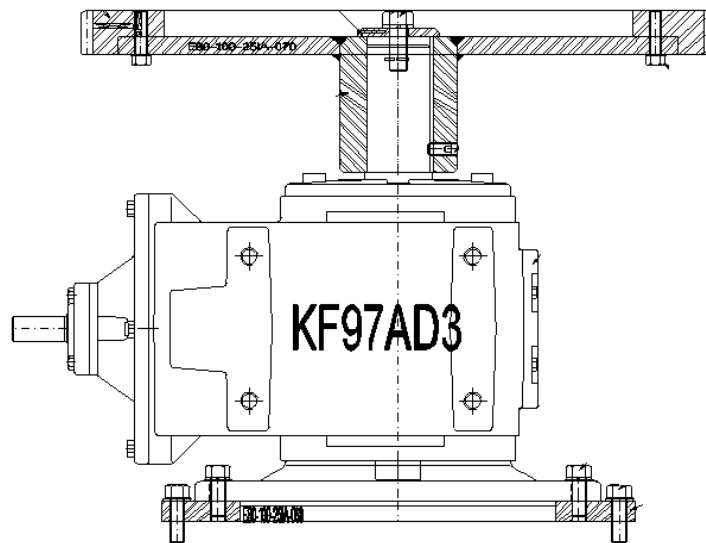
Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Engranajes, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.2

Figura 71. Moto-reductor Principal llenadora TRIBLOC 11 kW



Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-251A3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.117

Figura 72. Reductor Capsulador 11 kW



Fuente. MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-251A3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. p.117

Tabla 11. Backlash Permissible Reductor SEW KF97, i_{tot} 96.8

i_{tot}	Stages	i_1	i_2	i_3	Phi output min.	Phi output max.	Phi input min.	Phi input max.
176.05	3	8.227	4.125	5.188	0°5'	0°9'	14°53'	26°33'
153.21	3	7.160	4.125	5.188	0°5'	0°9'	12°58'	23°7'
140.28	3	6.556	4.125	5.188	0°5'	0°9'	11°52'	21°11'
123.93	3	5.792	4.125	5.188	0°5'	0°9'	10°28'	18°41'
105.13	3	4.913	4.125	5.188	0°5'	0°9'	8°53'	15°52'
96.80	3	4.524	4.125	5.188	0°5'	0°9'	8°13'	14°40'
86.52	3	4.043	4.125	5.188	0°5'	0°9'	7°21'	13°8'

Fuente. SEW-EURIDRIVE Colombia.

Figura 73. Acople Elastomero AT-70



Fuente. ANTARES ACOPLAMENTOS. [en línea]

<http://www.antaresacoplamentos.com.br/produto/detalhes/1>

Tabla 12. Análisis Funcional Sistema de Transmisión Mecánico (1 de 3)

FUNCIONES SISTEMA DE TRANSMISION MECANICA						
ELEMENTO DE ESTUDIO	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ELEMENTO	CONDICIONES OPERACIONALES	CONDICIONES AMBIENTALES	INTERFASES	Cód Fun.	FUNCIONES
SISTEMA DE TRANSMISION MECANICA	VELOCIDAD: (600 BPM @ 400 ML, 6 RPM), (180 BPM @ 3020 ML, 1.5 RPM)	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 Cº	Lubricante Bisulfuro de Molibdeno para engranajes y Multiproposito para rodamientos.	ST1	1. Primaria: Transmitir potencia mecanica (Torque y Velocidad Angular), con una presicion angular final de +/- 0,5º, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML
	MATERIAL DE CONSTRUCCION. ACERO 4340 & TERMOPLASTICOS DE INGENIERIA	Cambios de Formato sujetos a programacion de produccion.	Contacto directo con agua, producto (jarabe), por lavados constantes y agua de enjuague, productos acidos y alcalinos para saneamiento.	Suministro electrico adecuado según entrega de variador de frecuencia principal		
	MOTOREDUCTOR PINCIPAL 11 Kw (1) REDUCTOR CAPSULADOR (1) 11 kW ENGRANAJES NIVEL 1 (9) ENGRANAJES NIVEL 2 (10) EJES LARGOS (4) ESTRELLAS DE TRANSFERENCIA (4)					
	MATERIAL DE BOTELLA: PET	Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas				
	FORMATOS, "TAMAÑOS DE BOTELLA": 250 ml, 400 ml, 1700 ml, 3020 ml					
MOTOREDUCTOR PRINCIPAL & ENGRANAJE DE SALIDA	POTENCIA: 11 kW RELACION DE REDUCCION : 96,8	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 Cº	Lubricante Bisulfuro de Molibdeno para	ST2	1. Primaria: Transmitir potencia mecanica (Torque y Velocidad Angular), con una presicion angular final de +/- 0,7º, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML
	MATERIAL DE CONSTRUCCION.ACERO 4140	Cambios de Formato sujetos a programacion de produccion	Contacto directo con PRODUCTO, "GASEOSA"agua, por lavados constantes y agua de enjuague, productos acidos y alcalinos para saneamiento.	LUBRICANTE OMALA 220		
	MATERIAL DE BOTELLA: PET			Suministro electrico adecuado según entrega de variador de frecuencia principal		
	FORMATOS, "TAMAÑOS DE BOTELLA": 250 ml, 400 ml, 1700 ml, 3020 ml	Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas				

Fuente. El Autor

Tabla 13. Análisis Funcional Sistema de Transmisión Mecánico (2 de 3)

REDUCTOR CAPSULADOR	POTENCIA: 11 kw RELACION DE REDUCCION : 96,8	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 Cº	Lubricante Bisulfuro de Molibdeno para	ST3	1. Primaria: Transmitir potencia mecanica (Torque y Velocidad Angular), con una presicion angular final de +/- 0,7º, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML
	MATERIAL DE	Cambios de Formato sujetos a programacion de produccion	Contacto directo con PRODUCTO, "GASEOSA"agua, por lavados constantes y agua de enjuague, productos acidos y alcalinos para saneamiento.	LUBRICANTE OMALA 220		
	MATERIAL DE BOTELLA: PET	Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas		PAR MOTRIZ CONSTANTE DE MOTOREDUCTOR PRINCIPAL		
FORMATOS, "TAMAÑOS DE BOTELLA": 250 ml, 400 ml, 1700 ml, 3020 ml						
ACOPLE ELASTOMERICO	MATERIAL DE CONSTRUCCION: ACERO 4340, & CAUCHO	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 Cº	PAR MOTRIZ CONSTANTE	ST4	1. Primaria: Transmitir potencia mecanica (Torque y Velocidad Angular), con una presicion angular final de +/- 0,5º, del Motoreductor Principal al Reductor del capsulador, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML
	FORMATOS, "TAMAÑOS DE BOTELLA": 250 ml, 400 ml, 1700 ml, 3020 ml	Cambios de Formato sujetos a programacion de produccion	Contacto directo con PRODUCTO, "GASEOSA"agua, por lavados constantes y agua de enjuague, productos acidos y alcalinos para saneamiento.	Alineacion		
SISTEMA DE ENGRANAJES INTERMEDIOS	MATERIAL DE CONSTRUCCION: ACERO 4340, & PLASTICOS DE INGENIERIA	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 Cº	PAR MOTRIZ CONSTANTE	ST5	1. Primaria: Transmitir potencia mecanica (Torque y Velocidad Angular), con una presicion angular final de +/- 0,5º, a otros engranajes intermedios y a engranajes principales., a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML
	FORMATOS, "TAMAÑOS DE BOTELLA": 250 ml, 400 ml, 1700 ml, 3020 ml	Cambios de Formato sujetos a programacion de produccion	Contacto directo con PRODUCTO, "GASEOSA"agua, por lavados constantes y agua de enjuague, productos acidos y alcalinos para saneamiento.	Lubricante Bisulfuro de Molibdeno para engranajes y Multiproposito para rodamientos.		

Fuente. El Autor

Tabla 14. Análisis Funcional Sistema de Transmisión Mecánico (3 de 3)

SISTEMA DE ENGRANAJES DE ESTRELLAS	MATERIAL DE CONSTRUCCION: ACERO 4340, & PLASTICOS DE INGENIERIA	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 Cº	PAR MOTRIZ CONSTANTE	ST6	1. Primaria: Transmitir potencia mecanica (Torque y Velocidad Angular), con una presicion angular final de +/- 0,5º, a ejes de estrellas de transferencia, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML
	FORMATOS, "TAMAÑOS DE BOTELLA": 250 ml, 400 ml, 1700 ml, 3020 ml	Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas	Contacto directo con agua, por lavados constantes y agua de enjuague, productos acidos y alcalinos para saneamiento.	Lubricante Bisulfuro de Molibdeno para engranajes y Miltiproposito para rodamientos.		
EJES & RODAMIENTOS DE ESTRELLAS	MATERIAL DE CONSTRUCCION. INOX 304 & TERMOPLASTICOS DE INGENIERIA.	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 Cº	POTENCIA ANGULAR CONSTANTE	ST7	1. Primaria: Transmitir potencia mecanica (Torque y Velocidad Angular), con una presicion angular final de +/- 0,5º, a estrellas de transferencia, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML
	MATERIAL DE BOTELLA: PET	Cambios de Formato sujetos a programacion de produccion	Contacto directo con agua, por lavados constantes y agua de enjuague, productos acidos y alcalinos para saneamiento.	LUBRICANTE MULTIPROPOSITO PARA RODAMIENTOS		
SISTEMA DE ESTRELLAS	MATERIAL DE CONSTRUCCION. INOX 304 & TERMOPLASTICOS DE INGENIERIA.	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 Cº	POTENCIA ANGULAR CONSTANTE	ST8	1. Primaria: Transportar botellas PET vacias y llenas, del Trasportador al RINSER, del RINSER a la LLENADORA, de la LLENADORA al CAPSULADOR, del CAPSULADOR al transportador de salida, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML
	MATERIAL DE BOTELLA: PET	Cambios de Formato sujetos a programacion de produccion	Contacto directo con agua, por lavados constantes y agua de enjuague, productos acidos y alcalinos para saneamiento.	AGUA PARA LUBRICACION Y REFRIGERACION		
	FORMATOS, "TAMAÑOS DE BOTELLA": 250 ml, 400 ml, 1700 ml, 3020 ml	Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas				

Fuente. El Autor

6.5 ANALISIS FUNCIONAL SISTEMA DE MANDO Y CONTROL

A continuación se definen las fronteras para los subsistemas correspondientes al Sistema de mando y control.

Figura 74. Consola de Mando



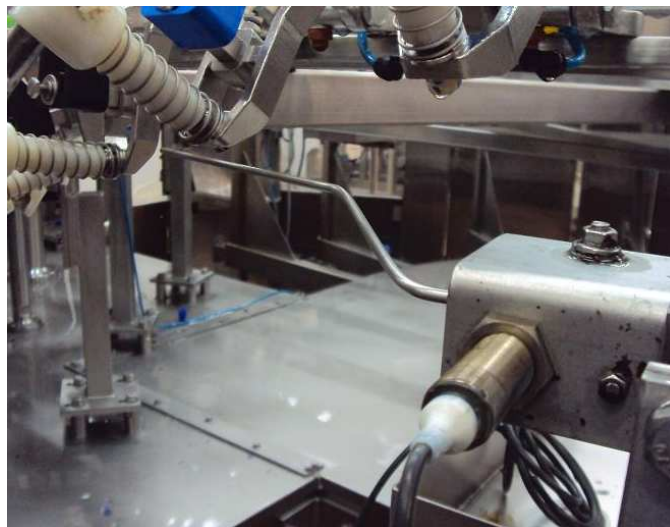
Fuente. El autor

Figura 75. Tablero Principal



Fuente. El autor

Figura 76. Elementos de Seguridad



Fuente. El autor

Tabla 15. Análisis Funcional Sistema de Mando y Control

FUNCIONES SISTEMA DE MANDO & CONTROL						
ELEMENTO DE ESTUDIO	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ELEMENTO	CONDICIONES OPERACIONALES	CONDICIONES AMBIENTALES	INTERFASES	Cód Fun.	FUNCIONES
CONSOLA DE MANDO	VOLTAJE ALIMENTACION: 220 AC	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 Cº	Suministro electrico constante 220 VAC	SMC1	1. Primaria: Transmitir los comandos del operador de la maquina al PLC ubicado en el tablero principal, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML
	MATERIAL DE CONSTRUCCION TABLERO. ACERO INOX 304. PROTECCION TABLERO IP 67	Cambios de Formato sujetos a programacion de produccion.	Contacto directo con agua, producto (jarabe), por lavados			
	PATALLA IHM, OMRON () COMUNICACIÓN PROFIBUS	Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas	constantes y agua de			
ELEMENTOS DE SEGURIDAD	SENSORES GOLPE DE PUÑO	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 22 Cº	Suministro electrico constante 24 VDC, 110 VDC	SMC2	1. Primaria: Interrumpir operación de la maquina ante la ocurrencia del evento base de diseño, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML
	GRADO DE PROTECCION IP67	Cambios de Formato sujetos a programacion de produccion	Contacto directo con PRODUCTO, "GASEOSA"agua, por lavados			
	FORMATOS, "TAMAÑOS DE BOTELLA": 250 ml, 400 ml, 1700 ml, 3020 ml	Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas	constantes y agua de enjuague, productos			
TABLERO PRINCIPAL	VOLATAJE DE SUMINISTRO 440 VAC	REGIMEN DE TRABAJO: 24/7	TEMP: 35 Cº	Suministro electrico 440 VAC	SMC3	1. Primaria: Recibir Senal Profibus de la HMI y Transmitir las señales del PLC y los variadores de frecuencia a los elementos finales de control, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML
	MATERIAL DE CONSTRUCCION ACERO INOXIDABLE GRADO DE	Cambios de Formato sujetos a programacion de produccion				
	MATERIAL DE BOTELLA: PET					
	FORMATOS, "TAMAÑOS DE BOTELLA": 250 ml, 400 ml, 1700 ml, 3020 ml	Mantenimiento Programado (1 vez x mes), Jornada 6 Horas				

Fuente. El Autor

7. FALLAS FUNCIONALES Y MODOS DE FALLA MAQUINA LLENADORA TRIBLOC

En este capítulo se analizara cada sistema desde el punto de vista funcional identificando las fallas funcionales y sus modos de falla así como las actividades que se deben ejecutar para contrarrestar dicha falla funcional, para tal fin se utilizara una planilla que contiene la siguiente información:

- i. Sistemas.
- ii. Subsistemas.
- iii. Código de la función: Campo que identifica mediante un número la función del subsistema de interés.
- iv. Función
- v. Código de la falla funcional: Identifica mediante un numero la falla funcional asociada a la función de interés.
- vi. Falla funcional
- vii. Código del modo de falla: Identifica mediante un numero el modo de falla.
- viii. Modo de falla
- ix. Descripción de efectos.
- x. Criticidad: En este campo se califica la criticidad de los componentes según los modos de falla de cada subsistema aplicando los criterios revisados en la sección 3.2.6 y apoyados en los pesos de las tablas 1, 2 & 3 .
- xi. Aplicación de árbol lógico de decisión estudiado de la sección 3.2.9.1 a la sección 3.2.9.3, Figuras 30, 31 y 32.
- xii. Tipo de decisión, este campo corresponde al tipo de actividad que se ejecutara según el árbol de decisión.
- xiii. Descripción de la tarea: Este campo contiene la información básica acerca de la intervención que se ejecutara en el sistema.

- xiv. Periodo (meses): Este campo corresponde al intervalo de tiempo definido para la ejecución de la tarea.
- xv. Recurso: Este campo corresponde al Numero de personas que se requieren para ejecutar la labor propuesta.
- xvi. Tiempo (min): Este campo corresponde al tiempo necesario para ejecutar la actividad, para obtener el tiempo TOTAL se debe hacer el producto del campo recurso y el campo Tiempo, este cálculo se ejecutara para la generación del plan de Mantenimiento.
- xvii. Condición Maquina: Este campo corresponde a la condición en la que debe estar la máquina para la ejecución de la actividad propuesta, (P) corresponde a máquina parada, (O), corresponde a máquina en operación.
- xviii. Código de la tarea: Identifica mediante un numero la tarea asignada.

A continuación se presentan segmentos de la planilla haciendo referencia al campo descrito anteriormente.

Figura 77. Planilla de Análisis de Falla funcionales y modos de falla campos (i a vii)

<i>i</i>	<i>ii</i>	<i>iii</i>	<i>iv</i>	<i>v</i>	<i>vi</i>	<i>vii</i>
SISTEMA	SUBSISTEMA	Cód.. Func.	Función	Cód.. FF	Descripción Falla Funcional	Cód.. MF

Fuente. El Autor

Figura 78. Planilla de Análisis de Falla funcionales y modos de falla campos (viii a xi)

<i>viii</i>	<i>ix</i>	<i>x</i>			<i>xi</i>								
Modo de Falla	DESCRIPCION DE EFECTOS	CRITICIDAD			DETERMINANTES			FALLAS EVIDENTES		FALLAS OCULTA			
		S	P	NPR	1	2	4	3	5	6	7	8	9
				H	S & E	O	H&S	NS	S&E	O	DC	S	NS

Fuente. El Autor

Figura 79. Planilla de Análisis de Falla funcionales y modos de falla campos (xii a xviii)

<i>xii</i>	<i>xiii</i>	<i>xiv</i>	<i>xv</i>	<i>xvi</i>	<i>xvii</i>	<i>xviii</i>
TIPO DE DECISIÓN	DESCRIPCIÓN TAREA	PERIODO (MES)	RECURSO	TIEMPO (MIN)	CONDICION MAQUINA	Cod. Tarea

Fuente. El Autor

7.1 FALLAS FUNCIONALES Y MODOS DE FALLA DE ENJUAGADOR ROTATORIO

En esta sección se aplicara el análisis de fallas funcionales y modos de falla al sistema enjuagador rotativo y los subsistemas relacionados en el capítulo 5, tomando como base el análisis funcional desarrollador en la sección 6.1, y registrado en las tablas 5 & 6.

Tabla 16. Fallas Funcionales y Modos de Falla Enjuagador Rotatorio (1 de 2)

SISTEMA	SUBSISTEMA	Cód.. Func.	Función	Cód.. FF	Descripción Falla Funcional	Cód.. MF	Modo de Falla	DESCRIPCION DE EFECTOS	CRITICIDAD		DETERMINANTES				FALLAS EVIDENTES			FALLAS OCULTA		TIPO DE DECISIÓN	DESCRIPCIÓN TAREA	PERIODO (MES)	RECURSO	TIEMPO (MIN)	CONDICION MAQUINA	Cod. Tarea	
									S	P	1	2	4	3	5	6	7	8	9								
									NPR		H	S & E	O	H&S NS	S&E	O	DC	S	NS								
ENJUAGADOR	SISTEMA DE VOLTEO DE BOTELLA	E2	1. Primaria: Girar las botellas vacias para un correcto enjuague, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML	1	NO gira la botellas vacias	1	Pinzas de sujecion de botella averiadas	1. Merma de Botella 2. Entrega defectuosa a rueda de transferencia 3. Tiempo perdido por cambio de PINZA sujecion (5 min), COSTO pinza \$ 20.000.	4	3	12	SI	NO	SI	-	-	B	-	-	-	MONITOREO	Ya que este equipo opera a diferentes velocidades determinadas por el formato que esta produciendo, no es practico determinar las horas de trabajo equivalentes en todos los formatos para el cambio de este elemento, se revisaran manualmente las (80) pinzas del sistema en la parada mensual de Mantenimiento	1	1	120	P	1
						2	Seguidor de Orbita del rinser averiado.	1. Merma de Botella 2. Entrega defectuosa a rueda de transferencia 3. Posible estrellamiento de pinza con rueda de transferencia. 4. Tiempo perdido por cambio de SEGUIDOR de orbita (5 min), COSTO Seguidor \$ 20.000.	7	2	14	SI	NO	SI	-	-	B	-	-	-	MONITOREO	Ya que este equipo opera a diferentes velocidades determinadas por el formato que esta produciendo, no es practico determinar las horas de trabajo equivalentes en todos los formatos para el cambio de este elemento, se revisaran manualmente las (80) seguidores de leva del sistema del sistema en la parada mensual de Mantenimiento	1	2	60	P	2
						3	Bujes de mecanismo volteador desgastados	1. Merma de Botella 2. Entrega defectuosa a rueda de transferencia 3. Tiempo perdido por cambio de BUJES de orbita (5 min), COSTO Bujes\$ 10.000.	3	2	6	SI	NO	SI	-	-	D	-	-	-	DESCARTE	SE cambiaran los bujes de este mecanismo TOTAL 160, cada 4000 horas	6	1	480	P	3
		E3	2. Secundaria: Transferir botella enjuagada en la posicion correcta a la estrella de salida del ENJUAGADOR.	1	NO Transfiere botellas a la rueda de salida del enjuagador en la posicion correcta.	1	Bujes de mecanismo volteador desgastados	1. Merma de Botella 2. Entrega defectuosa a rueda de transferencia 3. Tiempo perdido por cambio de BUJES de orbita (5 min), COSTO pinza \$ 10.000.	3	2	6	SI	NO	SI	-	-	D	-	-	-	DESCARTE	SE cambiaran los bujes de este mecanismo TOTAL 160, cada 4000 horas	6	1	480	P	1

Fuente. El Autor

Tabla 17. Fallas Funcionales y Modos de Falla Enjuagador Rotatorio (2 de 2)

ENJUAGADOR		SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA		SISTEMA DE SOPORTE MECANICO (EJE, RODAMIENTOS & ENGRANAJE)		BASE DE MAQUINA																					
E4	1. Primaria: Suministrar agua para enjuague y lubricaciona todas las botellas montadas en el RINSER (80), Presion de Suministro 1,5-3 barg, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML	1	NO suministra agua a todas las botellas montadas en el RINSER.	1	Rele de control para solenoide de paso de agua dañado.	1	1. Botella sin enjuagar 2. Producto NO conforme 3. Tiempo perdido por identificacion y cambio de RELE (20 min), COSTO pinza \$ 60.000.	3	2	6	SI	NO	SI	-	-	NT	-	-	-	CORRER A FALLA	REEMPLAZAR CUANDO OCURRA LA FALLA	-	1	20	P	1	
				2	Bobina de valvula solenoide de paso de agua averiada	2	1. Botella sin enjuagar 2. Producto NO conforme 3. Tiempo perdido por identificacion y cambio de BOBINA (20 min), COSTO Bobina \$ 60.000.	3	2	6	SI	NO	SI	-	-	NT	-	-	-	CORRER A FALLA	REEMPLAZAR CUANDO OCURRA LA FALLA	-	1	20	P	2	
E5	1. Primaria: Suministrar soporte mecanico a Brazos y Anillo soporte de botella, Excentricidad maxima (+/- , 2 mm)	1	NO Mantiene la posicion del mecanismo tumbador respecto a la orbita.	1	Rodamientos del eje principal averiados	1	1. Paro de maquina 2. Producto NO conforme 3. Tiempo perdido por identificacion y cambio de RODAMIENTOS (10 HORAS), COSTO Rodamientos \$ 2'000.000.	8	4	32	SI	NO	SI	-	-	B	-	-	-	MONITOREO	Ya que este equipo opera a diferentes velocidades determinadas por el formato que esta produciendo, no es practico determinar las horas de trabajo equivalentes en todos los formatos para el cambio de este elemento, se revisaran con estetoscopio y analizador de vibraciones, cada 4000 horas	6	1	60	O	1	
	2. Secundaria: Garantizar transmision constante de velocidad del piñon principal, al eje del capsulador	2	Falla de sincronizacion recurrente	1	Engranaje del eje del capsulador averiado.	1	1. Paro de maquina 2. Producto NO conforme 3. Tiempo perdido por identificacion y cambio de ENGRANAJE (20 HORAS), COSTO Engranaje \$ 10'000.000.	8	4	32	NO	-	-	NO	-	-	-	-	-	D	MONITOREO	Ya que este equipo opera a diferentes velocidades determinadas por el formato que esta produciendo, no es practico determinar las horas de trabajo equivalentes en todos los formatos para el cambio de este elemento, se revisaran con estetoscopio y analizador de vibraciones, cada 4000 horas	6	1	60	O	2
E6	1. Primaria: Suministrar soporte mecanico y nivelacion al mecanismo del enjuagador, Nivel (+/- 2°)	1	NO mantiene el mismo nivel respecto a la taza de llenado.	1	Soportes niveladores averiados	1	1. Paro de maquina 2. Producto NO conforme 3. Tiempo perdido por identificacion y cambio de SOPORTES Niveladores (3 HORAS), COSTO Soporte \$ 200.000.	8	2	16	SI	NO	SI	-	-	B	-	-	-	MONITOREO	Ya que este equipo opera a diferentes velocidades determinadas por el formato que esta produciendo, no es practico determinar las horas de trabajo equivalentes en todos los formatos para el cambio de este elemento, se revisaran con estetoscopio y analizador de vibraciones, cada 8000 horas	12	1	60	O	1	

Fuente. El Autor

7.2 FALLAS FUNCIONALES Y MODOS DE FALLA DE LLENADORA ROTATORIA

En esta sección se aplicara el análisis de fallas funcionales y modos de falla al sistema llenadora rotativa y los subsistemas relacionados en el capítulo 5, tomando como base el análisis funcional desarrollado en la sección 6.2, y registrado en las tablas 7 & 8.

Tabla 18. Fallas Funcionales y Modos de Falla Llenadora Rotatoria (1 de 5)

SISTEMA	SUBSISTEMA	Cód... Func.	Función	Cód... FF	Descripción Falla Funcional	Cód... MF	Modo de Falla	DESCRIPCION DE EFECTOS	CRITICIDAD		DETERMINANTES				FALLAS EVIDENTES			FALLAS OCULTAS		TIPO DE DECISIÓN	DESCRIPCIÓN TAREA	PERIODO (MES)	RECURSO	TIEMPO (MIN)	CONDICION MAQUINA	Cod. Tarea
									S	P	1	2	4	3	5	6	7	8	9							
											H	S & E	O	H&S NS	S&E	O	DC	S	NS							
LLENADORA ROTATORIA	SISTEMA DE DISTRIBUCION DE PRODUCTO (BEBIDA)	L2	1. Primaria: Llenar botellas vacías, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML, con un contenido neto +/- 5%	1	NO, Suministra el caudal requerido	1	Rodamientos del distribuidor de liquido averiados	1. Merma de Producto por perdida 2. Bajo Contenido en Botellas 3. Tiempo perdido por reparacion de DISTRIBUIDOR de liquido (4 horas), COSTO rodamientos y empaques \$ 1'000.000.	8	2	16	SI	NO	SI	-	-	D	-	-	REEMPLAZO	Se cambiaran los rodamientos del distribuidor de liquido semestralmente.	6	1	240	P	1
	SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AIRE & CO2	L3	1. Primaria: Suministrar aire para cilindros elevadores, y CO2 para contrapresion del tanque, Presion de Suministro 4 barg +/- 5%, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML	1	Baja Presionde Aire y/o CO2, a la salida del distribuidor.	1	Rodamientos del distribuidor de aire y/o Co2 de liquido averiados	1. Merma de Producto por Fugas en proceso de tapado por baja fuerza de cierre en pistones elevadores 2. Bajo Contenido en Botellas. 3. Inundacion de la taza de llenado por baja contra-presion 4. Tiempo perdido por reparacion de DISTRIBUIDOR sujecion (4 horas), COSTO rodamientos y empaques \$ 1'000.000.	8	2	16	SI	NO	SI	-	-	D	-	-	REEMPLAZO	Se cambiaran los rodamientos del distribuidor de gas semestralmente.	6	2	120	P	1
	SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO	L4	1. Primaria: Controlar el nivel en el tanque de llenado +/- 2cm. a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML	1	Alto Nivel de producto en taza de llenado	1	Boya de contrapresion perforada	1. Merma de producto por espumeo en la bebida por turbulencia. 2. Inundacion de la taza de llenado por baja contra-presion. 4. Tiempo perdido por reemplazo de BOYA Contrapresion (1 horas), COSTO BOYA \$ 600.000.	8	1	8	NO	-	-	NO	-	-	-	-	C	INSPECCION	Se desmontara la boya de contrapresion y se pesara, comprandola contra el pesor de referencia	6	1	60	P

Fuente. El Autor

Tabla 19. Fallas Funcionales y Modos de Falla Llenadora Rotatoria (2 de 5)

SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO		SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO		SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO		SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO		SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO		SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO		SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO		SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO		SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO		SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO						
LLENADORA ROTATORIA	SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO			2	Brazo de Boya de contrapresion deformado	1. Merma de producto por espumeo en la bebida por turbulencia. 2. Inundacion de la taza de llenado por baja contra-presion. 4. Tiempo perdido por reparacion de Brazo de BOYA Contrapresion (1 horas), COSTO Reparacion Brazo \$ 100.000.	6	2	12	NO	-	-	NO	-	-	-	E/NC	REDISEÑO	Se rediseñara el brazo de la boya para eliminar esta falla	-	-	-	2	
				3	Orificio de Ingreso de Gas de Contrapresion obstruido	1. Merma de producto por espumeo en la bebida por turbulencia. 2. Inundacion de la taza de llenado por baja contra-presion. 4. Tiempo perdido por reparacion de Brazo de BOYA Contrapresion (1 horas), REEMPLAZO RACOR CON ORIFICIO \$ 100.000.	4	1	4	NO	-	-	NO	-	-	-	C	INSPECCION	Se inspeccionara el racor de ingreso de gas de contra-presion semestralmente	6	1	30	P	3
				4	Tornillo de regulacion de altura de la boya de contrapresion averiado.	1. Merma de producto por espumeo en la bebida por turbulencia. 2. Inundacion de la taza de llenado por baja contra-presion. 4. Tiempo perdido por reparacion de Brazo de BOYA Contrapresion (1 horas), REEMPLAZO TORNILLO AJUSTE \$ 100.000.	5	2	10	NO	-	-	NO	-	-	-	C	INSPECCION	Se inspeccionara el tornillo de regulacion de altura de la boya de contrapresion semestralmente	6	2	30	P	4
		2	Bajo Nivel de producto en taza de llenado	1	Boya de descarga perforada	1. Bajo nivel en las botellas. 2. Merma de CO2, por escape continuo del mismo por el orificio de descarga. 3. Tiempo perdido por reemplazo de BOYA Descarga (1 horas), COSTO BOYA \$ 600.000.	8	1	8	NO	-	-	NO	-	-	-	C	INSPECCION	Se desmontara la boya de descarga y se pesara, comprandola contra el peso de referencia	6	1	60	P	1
				2	Brazo de Boya de descarga deformado	1. Bajo nivel en las botellas. 2. Merma de CO2, por escape continuo del mismo por el orificio de descarga. 3. Tiempo perdido por reparacion de brazo de BOYA Descarga (1 horas), COSTO Reparacion \$ 100.000.	6	2	12	NO	-	-	NO	-	-	-	E/NC	REDISEÑO	Se rediseñara el brazo de la boya para eliminar esta falla	-	-	-	2	

Fuente. El Autor

Tabla 20. Fallas Funcionales y Modos de Falla Llenadora Rotatoria (3 de 5)

SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO		LLENADORA ROTATORIA		SISTEMA DE ELEVACION Y SELLO DE LA BOTELETA.																						
3	Orificio de Salida de Gas de Contrapresion obstruido					1. Bajo nivel en las botellas. 2. Tiempo perdido por reemplazo racor con orificio BOYA Descarga (1 horas), COSTO Reparacion \$ 100.000.	5	1	5	NO	-	-	NO	-	-	-	-	-	C	INSPECCION	Se inspeccionara el racor de ingreso de gas de descarga semestralmente	6	1	30	P	3
4	Tornillo de regulacion de altura de la boya de descarga averiado.					1. Bajo nivel en las botellas. 2. Merma de CO2, por escape continuo del mismo por el orificio de descarga. 3. Tiempo perdido por reemplazo tornillo de ajuste BOYA Descarga (1 horas), COSTO Reparacion \$ 100.000.	4	2	8	NO	-	-	NO	-	-	-	-	-	C	INSPECCION	Se inspeccionara el tornillo de regulacion de altura de la boya de descarga semestralmente	6	2	30	P	4
1	1. Primaria: Suministrar soporte y sello mecanico entre la botella y al valvula de llenado sin fugas. a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML	Sello deficiente entre el cuello de la botella y el empaque de Tulipa.	1	1	1	1. Sello Parcial entre Botella y sello de tulipa, Botella Llena y fuga de producto. 2. Merma de CO2, por escape continuo del mismo por el tubo de venteo hacia el exterior. 3. Tiempo perdido por reemplazo de guias deslizantes (20 min), COSTO Reparacion \$ 50.000.	7	4	28	SI	NO	SI	-	-	D	-	-	-	-	REEMPLAZO	Se reemplazaran las (200) guias de los pistones elevadores, trimestralmente	3	2	480	P	1
2						1. Sello Parcial Botella Llena y fuga de producto. 2. Merma de CO2, por escape continuo del mismo por el tubo de venteo hacia el exterior. 3. Tiempo perdido por reemplazo de empaques (1 hora), COSTO Reparacion \$ 150.000.	6	4	24	SI	NO	SI	-	-	D	-	-	-	REEMPLAZO	Se reemplazaran Los empaques de los pistones elevadores, bimestralmente	3	3	480	P	2	
3						1. Sello Parcial Botella Llena y fuga de producto. 2. Merma de CO2, por escape continuo del mismo por el tubo de venteo hacia el exterior. 3. Tiempo perdido por reemplazo de bujes (20 min), COSTO Reparacion \$ 50.000.	6	3	18	SI	NO	SI	-	-	D	-	-	-	REEMPLAZO	Se reemplazaran las (300) bujes del centrador de tulipa, semestralmente	6	2	240	P	3	
4						1. Sello Parcial Botella Llena y fuga de producto. 2. Merma de CO2, por escape continuo del mismo por el tubo de venteo hacia el exterior. 3. Tiempo perdido por reemplazo de bujes (10 min), COSTO Reparacion \$ 20.000.	6	3	18	SI	NO	SI	-	-	B	-	-	-	INSPECCION	Se inspeccionara mensualmente el estado de los sellos de tulipa	1	1	60	P	4	

Fuente. El Autor

Tabla 21. Fallas Funcionales y Modos de Falla Llenadora Rotatoria (4 de 5)

LLENADORA ROTATORIA	LLENADORA	L6	1. Primaria: Suministrar producto "bebida carbonatada" a la botella de PET con un volUmen de llenado +/- 0,5 % del volumen neto. a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020	1	Bajo Nivel en la Botella	1	Empaque de sello de valvula averiado.	1. Flujo NO adecuado hacia la botella 2. Bajo nivel de producto en la botella 3. Tiempo perdido por reemplazo de empaque (10 min), COSTO Reparacion \$ 20.000.	5	3	15	NO	-	-	MO	-	-	-	-	D	REEMPLAZO	Se reemplazaran los sellos de valvula cada dos meses.	2	2	180	P	1		
							2	Aro difusor averiado	1. Flujo TURBULENTO hacia la botella 2. Producto agitado en la botella 3. Tiempo perdido por reemplazo de empaque (10 min), COSTO Reparacion \$ 20.000.	5	5	25	SI	NO	SI	-	-	B	-	-	-	INSPECCION	Se inspcionara mensualmente el estado de los aro difusores	1	1	90	P	2	
							3	Mariposa de Apertura de valvula averiada	1. No hay flujo de gas hacia la botella 2. No ingresa bebida en el recipiente 3. Tiempo perdido por reemplazo de mariposa de accionamiento (10 min), COSTO Reparacion \$ 100.000.	6	2	12	SI	NO	SI	-	-	B	-	-	-	INSPECCION	Se inspeccionaran mensualmente el estado de las mariposas accionadoras de valvula	1	1	90	P	3	
							4	Eje de Mariposa de Apertura de valvula averiado	1. No hay flujo de gas hacia la botella 2. No ingresa bebida en el recipiente 3. Tiempo perdido por reemplazo de eje de mariposa de accionamiento (60 min), COSTO Reparacion \$ 200.000.	7	1	7	NO	-	-	MO	-	-	-	-	-	D	CAF	Se reemplazaran tan pronto falle	-	1	60	P	4
							5	Freno de Mariposa de apertura de valvula, gastado	1. Flujo de gas insuficiente hacia la botella 2. No ingresa bebida en el recipiente 3. Tiempo perdido por reemplazo de mariposa de accionamiento (10 min), COSTO Reparacion \$ 100.000.	8	4	32	SI	NO	SI	-	-	B	-	-	-	-	INSPECCION	Se inspeccionaran mensualmente los frenos de mariposa accionadora de valvula.	1	1	60	P	5

Fuente. El Autor

Tabla 22. Fallas Funcionales y Modos de Falla Llenadora Rotatoria (5 de 5)

LLENADORA ROTATORIA																									
SISTEMA DE VALVULAS DE LLENADO																									
				6	Pin de alivio desgastado	1. La presion remanente no es linerada antes de salir la botella al casulador 2. La liberacion subita de presion hace que un sfrscion de la bebida salga del recipiente. 3. Tiempo perdido por reemplazo de pinde alivio (5 min), COSTO Reparacion \$ 50.000.	8	4	32	SI	NO	SI	-	-	B	-	-	-	INSPECCION	Se inspeccionaran mensualmente los pines de alivio, no se rpograma reemplazo periodico ya que la tasa de desgaste depende de la cadencia de la maquina y esta es variable dependiendo del formato.	1	1	60	P	6
			2	Alto Nivel en la Botella	Empaque de sello de valvula averiado.	1. Sigue entrando bebida al recipiente despues del comando de cierre 2. Ninel de bebida por encima del nominal. 3. Tiempo perdido por reemplazo de sello de valvula (20 min), COSTO Reparacion \$ 15.000.	6	4	24	NO	-	-	NO	-	-	-	-	D	REEMPLAZO	Se reemplazaran los sellos de valvula cada dos meses.	2	2	180	P	1
	L7	1. Primaria: Suministrar soporte mecanico a taza de llenado y cilindros elevadores, Excentricidad maxima (+/-, 0,5 mm)	NO Mantiene la posicion de la pinza de los cilindros respecto a las estrellas de transferencia.	1	Rodamiento principal averiado	1. Paro de maquina 2. Producto NO conforme 3. Tiempo perdido por identificacion y cambio de RODAMIENTOS (24 HORAS), COSTO Rodamientos \$ 60'000.000.	10	5	50	NO	-	-	NO	-	-	-	-	C	MONITOREO	Ya que este equipo opera a diferentes velocidades determinadas por el formato que esta produciendo, no es practico determinar las horas de trabajo equivalentes en todos los formatos para el cambio de este elemento, se revisaran con estetoscopio y analizador de vibraciones, cada 4000 horas	6	1	60	O	1
		2. Secundaria: Garantizar trasmision constante de velocidad del piñon principal, al eje del capsulador	Falla de sincronizacion recurrente	1	Engranaje del eje del capsulador averiado.	1. Paro de maquina 2. Producto NO conforme 3. Tiempo perdido por identificacion y cambio de ENGRANAJE (20 HORAS), COSTO Engranaje \$ 10'000.000.	8	4	32	NO	-	-	NO	-	-	-	-	C	MONITOREO	Ya que este equipo opera a diferentes velocidades determinadas por el formato que esta produciendo, no es practico determinar las horas de trabajo equivalentes en todos los formatos para el cambio de este elemento, se revisaran con estetoscopio y analizador de vibraciones, cada 4000 horas	6	1	60	O	2
	L8	1. Primaria: Suministrar soporte mecanico y nivelacion al mecanismo del tanque de la llenadora, Nivel (+/- 2º)	NO mantiene el mismo nivel respecto a las estrellas de transferencia de botella.	1	Elementos estructurales de la mesa averiados	1. Paro de maquina 2. Producto NO conforme 3. Tiempo perdido por identificacion y cambio de SOPORTES Nivealdores (3 HORAS), COSTO Soporte \$ 1000.000.	8	1	8	SI	NO	SI	-	-	B	-	-	-	MONITOREO	Se revisara la integridad de la estructura anualmente	12	1	60	O	1

Fuente. El Autor

7.3 FALLAS FUNCIONALES Y MODOS DE FALLA DE CAPSULADOR ROTATORIO

En esta sección se aplicara el análisis de fallas funcionales y modos de falla al sistema llenadora rotativa y los subsistemas relacionados en el capítulo 5, tomando como base el análisis funcional desarrollado en la sección 6.3, y registrado en las tablas 9 & 10.

Tabla 23. Fallas Funcionales y Modos de Capsulador Rotatorio (1 de 3)

SISTEMA	SUBSISTEMA	Cód.. Func.	Función	Cód.. FF	Descripción Falla Funcional	Cód.. MF	Modo de Falla	DESCRIPCION DE EFECTOS	CRITICIDAD		DETERMINANTES				FALLAS EVIDENTES			FALLAS OCULTA		TIPO DE DECISIÓN	DESCRIPCIÓN TAREA	PERIODO (MES)	RECURSO	TIEMPO (MIN)	CONDICION MAQUINA	Cod. Tarea	
									S	P	1	2	4	3	5	6	7	8	9								
									H	S & E	O	H&S NS	S&E	O	DC	S	NS										
CAPSULADOR ROTATORIO	LEVA TRAYECTORIA ROSCADORES	C2	1. Primaria: Gobernar trayectoria pistones roscadores, tolerancia +/- 0,5 mm, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML	1	El seguidor de leva se atasca en la leva.	1	Superficie de la leva deteriorada.	1. Paro de la maquina 2. Posible daño del seguidor de leva 3. Tiempo perdido por reparacion de leva de liquido (12 horas), COSTO \$ 4'000.000.	9	2	18	NO	-	-	NO	-	-	-	-	C	MONITOREO	Se revisara la integridad de la superficie de la leva cada 2000 horas, utilizando galgas telescopicas.	3	1	180	P	1
	ENGRANAJE FIJO CAPSULADOR	C3	1. Primaria: Transmitir movimiento a pistones roscadores con velocidad angular constante, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML	1	Rotacion de pistones roscadores NO uniforme.	1	Engranaje fijo, con dientes fracturados	1. Paro de la maquina 2. Torque bajo en botellas 3. Tiempo perdido por cambio de engranaje fijo (6 horas), COSTO \$ 8'000.000.	8	2	16	NO	-	-	NO	-	-	-	-	C	MONITOREO	Se revisara integridad de engranaje fijo cada 2000 horas.	3	1	60	P	1
	PISTONES ROSCADORES & AN TIGBIROS	C4	1. Primaria: Aplicar tapa a botella llena, con un torque 12 lbf-pulg. +/- 1 lbf-pulg, y una carga vertical de 25 kgf +/- 1 kgf, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML	1	Capsulado con torque alto fuera de rango	1	Rodamiento de cabezal magnetico averiado	1. Producto No conforme "merma". 2. Deterioro de latapa , Mala presentacion 3. Deterioro del cuello de la botella con el antigiro , mala presentacion. 4. Tiempo perdido por reemplazo de cabezal magnetico (1 horas), COSTO CABEZAL REPARADO \$ 600.000.	8	1	8	NO	-	-	NO	-	-	-	-	C	INSPECCION	Se inspeccionaran los cabezales magneticos, el el mantenimiento mensual, CANT (25)	1	1	120	P	1
				2	Capsulado con torque bajo fuera de rango	1	Arandelas soporte de resorte desgastadas.	1. Producto No conforme 2. Perdida de carbonatacion de producto en estanteria 3. Tiempo perdido por reemplazo de arandelas sufrideras (1 horas), COSTO reemplazo arandelas \$ 100.000.	8	5	40	NO	-	-	NO	-	-	-	F/NO	REDISEÑO	Se rediseñara el mecanismo soporte del resorte de carga vertical con el fin de eliminar la perdida de altura del mismo y asi la carga vertical permanecera constante.	-	-	-	-	1	

Fuente. El Autor

Tabla 24. Fallas Funcionales y Modos de Capsulador Rotatorio (2 de 3)

CAPSULADOR ROTATORIO																									
PISTONES ROSCADORES & ANTIGIROS				2	Eje seguidor de leva fracturado	1. Producto No conforme 2. Perdida de carbonatacion de producto en estanteria 3. Tiempo perdido por reemplazo de seguidor de leva (1 horas), COSTO reemplazo eje seguidor de leva \$ 100.000.	8	5	40	NO	-	-	NO	-	-	-	-	F/NO	REDISEÑO	Se rediseñara el seguidor de leva y la camisa en la que se ajusta con el fin de eliminar la falla recurrente, ya que el diseño actual no permite ajustar correctamente el seguidor de leva en la camisa.	-	-	-	2	
				3	Cono roscador "SHUK" con estrias desgastadas.	1. Producto No conforme 2. Perdida de carbonatacion de producto en estanteria 3. Tiempo perdido por reemplazo de SHUK (1 horas), COSTO reemplazo eje seguidor de leva \$ 400.000.	8	5	40	NO	-	-	NO	-	-	-	-	C	INSPECCION	Se inspeccionaran los SHUKS (25), en el mantenimiento mensual.	1	1	60	P	3
				4	Antigiros desgastados	1. Producto No conforme 2. Perdida de carbonatacion de producto en estanteria 3. Tiempo perdido por reemplazo de ANTIGIRO (0,5 horas), COSTO reemplazo eje seguidor de leva \$ 200.000.	8	5	40	NO	-	-	NO	-	-	-	-	C	INSPECCION	Se inspeccionaran los ANTIGIROS (25), en el mantenimiento mensual.	1	1	60	P	4
				5	Rodamiento seguidor de leva averiado	1. Producto No conforme 2. Perdida de carbonatacion de producto en estanteria 3. Tiempo perdido por reemplazo de RODAMIENTO SEGUIDOR (1 horas), COSTO reemplazo eje seguidor de leva \$ 200.000.	8	5	40	NO	-	-	NO	-	-	-	-	E/NO	REDISEÑO	Junto con el rediseño del eje seguidor de leva se seleccionara un elementos especializado como seguidor de leva.	-	-	-	-	5
TOLVA SELECCIONADORA DE TAPA	C5	1. Primaria: Ubicar tapas en la posicion correcta para entregar al carrusel de bajada, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML	1	No hay suministro de tapa al canal de bajada de tapa.	1	Moto reductor averiado ya sea lectrice o mecanicamente	1. Paro de maquina por falta de tapa. 2. Tiempo perdido por reemplazo de motoreductor (1 hora), COSTO Reparacion \$ 300.000.	7	4	28	SI	NO	SI	-	-	D	-	-	REEMPLAZO	Se cambiara el motoreductor, trimestralmente	3	1	60	P	1
					2	CorRea alimentadora de tapa averiada	1. Paro de maquina por falta de tapa. 2. Tiempo perdido por reemplazo de correa (30 min), COSTO Reparacion \$ 100.000.	6	4	24	SI	NO	SI	-	-	D	-	-	REEMPLAZO	Se reemplazara la correa, trimestralmente	3	1	30	P	1
CANAL DE ALIMENTACION DE TAPAS	C6	1. Primaria: Transportar tapas de la tolva seleccionadora y entregarlas al PICK & PLACE, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML	1	No hay paso de tapas al Pick & Place	1	Piston liberador de tapa averiado	1. Paro de maquina por falta de tapa. 2. Tiempo perdido por reemplazo de PISTON (30 min), COSTO Reparacion \$ 100.000.	6	4	24	SI	NO	SI	-	-	D	-	-	REEMPLAZO	Se reemplazara PISTON liberador de tapa, bimensualmente	2	1	30	P	1
					2	Sensor de tapa averiado	1. Paro de maquina por falta de tapa. 2. Tiempo perdido por reemplazo de SENSOR (10 min), COSTO Reparacion \$ 100.000.	6	4	24	SI	NO	SI	-	-	D	-	-	CAF	Se reemplazara SENSOR cuando se presente la falla.	-	1	10	P	2

Fuente. El Autor

Tabla 25. Fallas Funcionales y Modos de Capsulador Rotatorio (3 de 3)

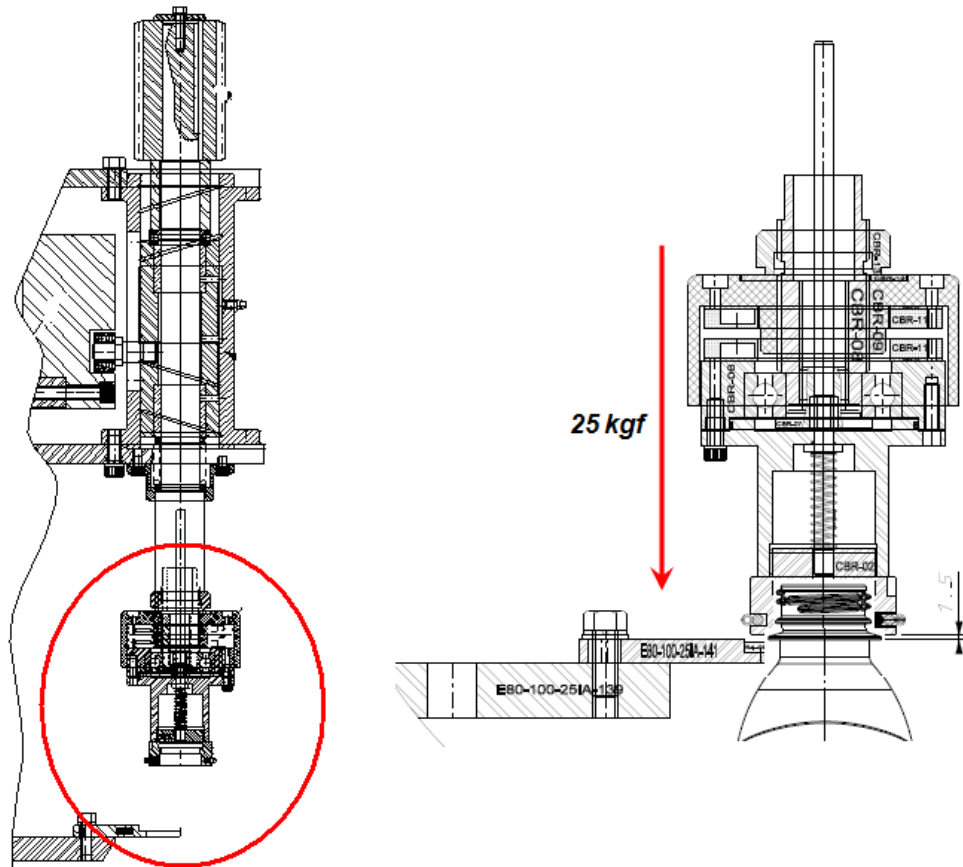
CATEGORIA	SUBCATEGORIA	DESCRIPCION DE LA FALLA	FRECUENCIA	EVIDENCIA	CONSECUENCIAS	INDICADORES	MANTENIMIENTO	COSTO	RISGO	RECOMENDACIONES	EVALUACION	INDICACIONES	FRECUENCIA	EVIDENCIA	CONSECUENCIAS	INDICADORES	MANTENIMIENTO	COSTO	RISGO	RECOMENDACIONES	EVALUACION							
																						1	2	3	4	5	6	7
CAPSULADOR ROTATORIO	SISTEMA DE POSICIONAMIENTO PICK & PLACE	C7	1. Primaria: Recibir la tapa del carril de alimentacion y entregar la tapa a los pistones roscadores, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML	1	No entrega la tapa en la posicion correcta al capsulador.	1	Rueda Motriz con desgaste	1. Botellas con tapa deformada 2. Producto no conforme 3. Tiempo perdido por reemplazo de rueda motriz (90 min), COSTO Reparacion \$ 700.000.	6	5	30	SI	NO	SI	-	-	B	-	-	-	INSPECCION	Se inspeccionara Mensualmente, estrella motriz de Pick & Place	1	1	20	P	1	
						2	Estrella Pick & Place, desgastada en las cavidades de las tapas.	1. Botellas con tapa deformada 2. Producto no conforme 3. Tiempo perdido por reemplazo de rueda motriz (90 min), COSTO Reparacion \$ 700.000.	6	5	30	SI	NO	SI	-	-	B	-	-	-	INSPECCION	Se inspeccionara Mensualmente, estrella de Pick & Place	1	1	20	P	2	
						3	Rodamientos del mecanismo PICK & Place averiados.	1. Botellas con tapa deformada 2. Producto no conforme 3. Tiempo perdido por reemplazo de rodamientos (90 min), COSTO Reparacion \$ 300.000.	6	5	30	SI	NO	SI	-	-	D	-	-	-	REEMPLAZO	Se REEMPLAZARAN rodamientos de Pick & Place, cada 4 meses	4	1	120	P	3	
						4	Guia interna de estrella Pick & Place deteriorada.	1. Botellas con tapa deformada 2. Producto no conforme 3. Tiempo perdido por reemplazo de guia(90 min), COSTO Reparacion \$ 300.000.	6	5	30	SI	NO	SI	-	-	D	-	-	-	REEMPLAZO	Se REEMPLAZARA la guia interna del PICK & PLACE Trimestralmente	3	1	90	P	4	
CAPSULADOR ROTATORIO & ENGRANAJE	SISTEMA DE SOPORTE MECANICO (RODAMIENTO & ENGRANAJE)	C8	1. Primaria: Suministrar soporte mecanico a pistones roscadores, Excentricidad maxima (+/-, 1 mm)	1	NO Mantiene la posicion de la botella respecto a las estrellas de transferencia.	1	Rodamientos del eje del capsulador en falla.	1. Falla de sincronizacion de la maquina 2. Producto NO conforme 3. Tiempo perdido por identificacion y cambio de RODAMIENTOS (18 HORAS), COSTO Rodamientos \$ 15'000.000.	10	5	50	NO	-	-	NO	-	-	-	-	-	C	MONITOREO	Ya que este equipo opera a diferentes velocidades determinadas por el formato que esta produciendo, no es practico determinar las horas de trabajo equivalentes en todos los formatos para el cambio de este elemento, se revisaran con estetoscopio y analizador de vibraciones, cada 4000 horas	6	1	60	O	1
		C8	2. Secundaria: Garantizar transmision constante de velocidad del piñon principal, al eje del capsulador	1	Falla de sincronizacion recurrente	1	Engranaje del eje del capsulador averiado.	1. Paro de maquina 2. Producto NO conforme 3. Tiempo perdido por identificacion y cambio de ENGRANAJE (20 HORAS), COSTO Engranaje \$ 10'000.000.	8	4	32	NO	-	-	NO	-	-	-	-	-	C	MONITOREO	Ya que este equipo opera a diferentes velocidades determinadas por el formato que esta produciendo, no es practico determinar las horas de trabajo equivalentes en todos los formatos para el cambio de este elemento, se revisaran con estetoscopio y analizador de vibraciones, cada 4000 horas	6	1	60	O	2
		C9	1. Primaria: Suministrar soporte mecanico y nivelacion al mecanismo del CAPSULADOR, Nivel (+/- 2º)	1	NO mantiene el mismo nivel respecto a las estrellas de transferencia de botella.	1	Elementos estructurales de la mesa averiados	1. Paro de maquina 2. Producto NO conforme 3. Tiempo perdido por identificacion y cambio de SOPORTES Nivealdores (3 HORAS), COSTO Soporte \$ 1000.000.	8	1	8	SI	NO	SI	-	-	B	-	-	-	-	MONITOREO	Se revisara la integridad de la estructura anualmente	12	1	60	P	1

Fuente. El Autor

7.3.1 Caso de rediseño en Capsulador Rotatorio

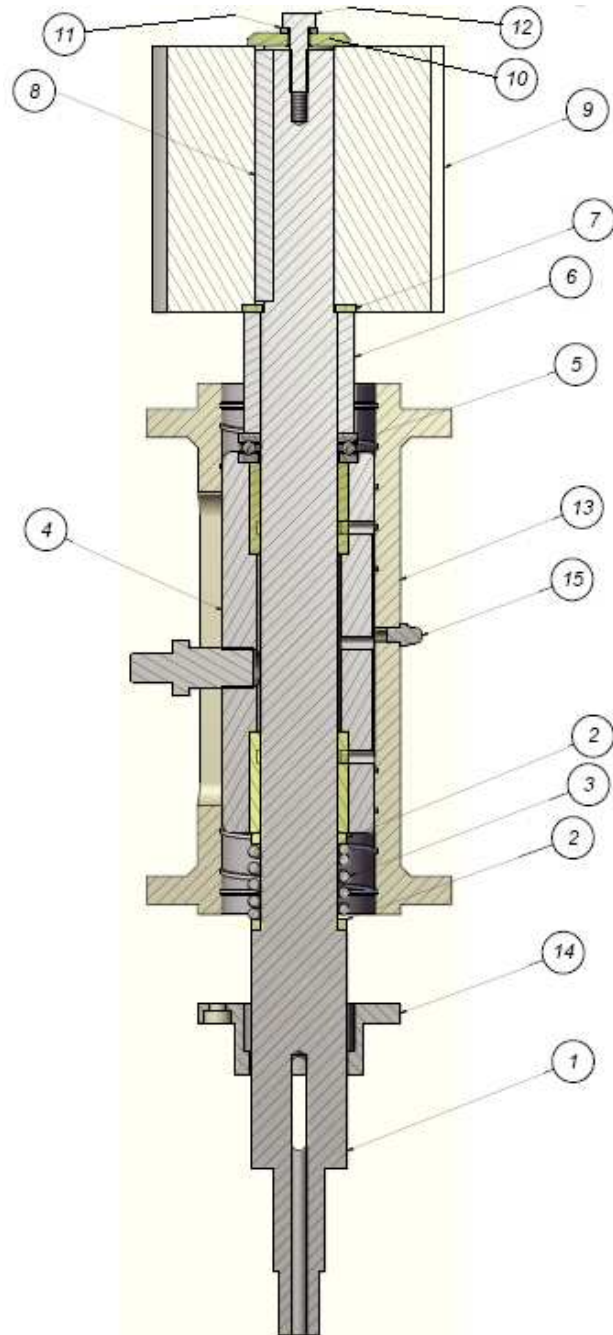
En el proceso de aplicación de la tapa a la botella llena revisado en la sección 4.21, es necesario controlar el torque de aplicación de la tapa y la carga vertical con la que se aplica la misma para obtener un torque estándar en las botellas terminadas.

Figura 80. Aplicación de Fuerza vertical en proceso de capsulado.



Fuente. Departamento de Mantenimiento AJECOLOMBIA 2010.

Figura 81. Corte de Piston Roscador Original de capsulador Rotatorio



Fuente. Departamento de Mantenimiento AJECOLOMBIA 2010.

Figura 82. Fotografía Piston Roscador Original de capsulador Rotatorio



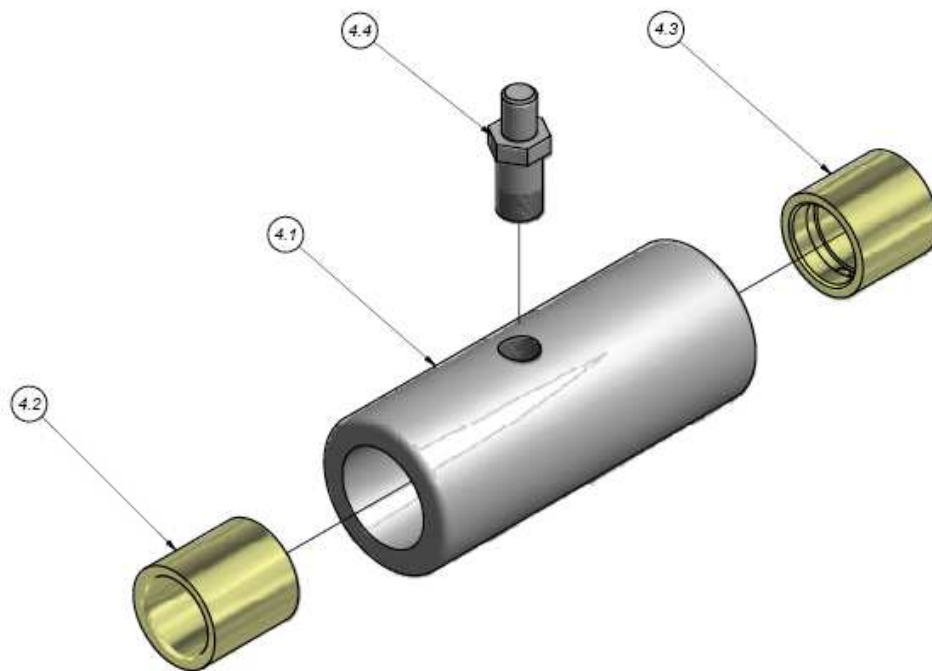
Fuente. Departamento de Mantenimiento AJECOLOMBIA 2010.

Figura 83. Camisa de pistón Roscador Original



Fuente. Departamento de Mantenimiento AJECOLOMBIA 2010.

Figura 84. Partes de Camisa de pistón Roscador Original



Fuente. Departamento de Mantenimiento AJECOLOMBIA 2010.

En el análisis del capsulador rotatorio se desarrollan tres casos de rediseño a partir de la aplicación del árbol de decisión, a continuación se relacionan los mismos:

- i. **CASO 1:** Arandelas soporte de resorte carga vertical, pieza # 2 de la Figura 81.

FUNCION : C4

CODIGO FALLA FUNCIONAL: 2

CODIGO DE MODO DE FALLA: 1

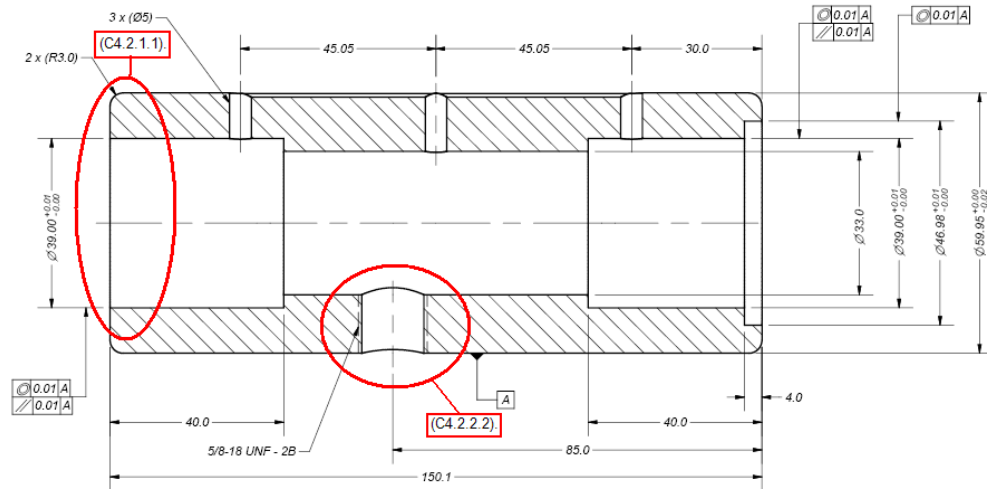
CODIGO DE TAREA:1

Para este análisis se denominara este rediseño como (C4.2.1.1).

Con el diseño original estas piezas sufrían desgaste que afectaba de manera severa el desempeño del pistón roscador, lo anterior debido a que se disminuía la compresión del resorte de carga vertical (Pieza # 3, de la Figura 81), debido a la disminución del espesor de las arandelas, la fuerza vertical es sensible a este cambio ya que la constante del resorte es de (2 kgf/mm).

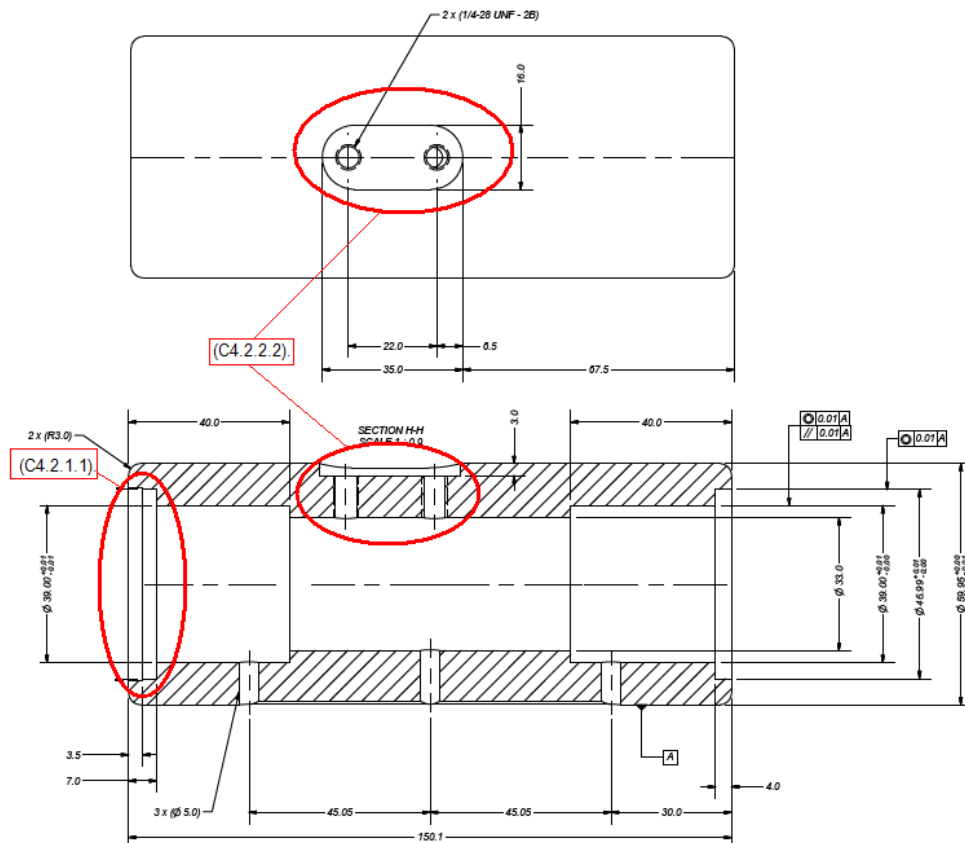
Ya que el objetivo principal en este mecanismo es garantizar que la precarga del resorte permanezca constante, se planteo la solución consistente en reemplazar la arandela superior (Pieza # 2, Figura 81) por un rodamiento axial. Con el fin de no modificar la precarga establecida se reformo la camisa.. En la Figura 85, se observa la camisa original resaltando el lugar en el que se practicara la modificación (C4.2.1.1).

Figura 85. Camisa Original Piston roscador, Capsulador Rotatorio



Fuente. Departamento de Mantenimiento AJECOLOMBIA 2010.

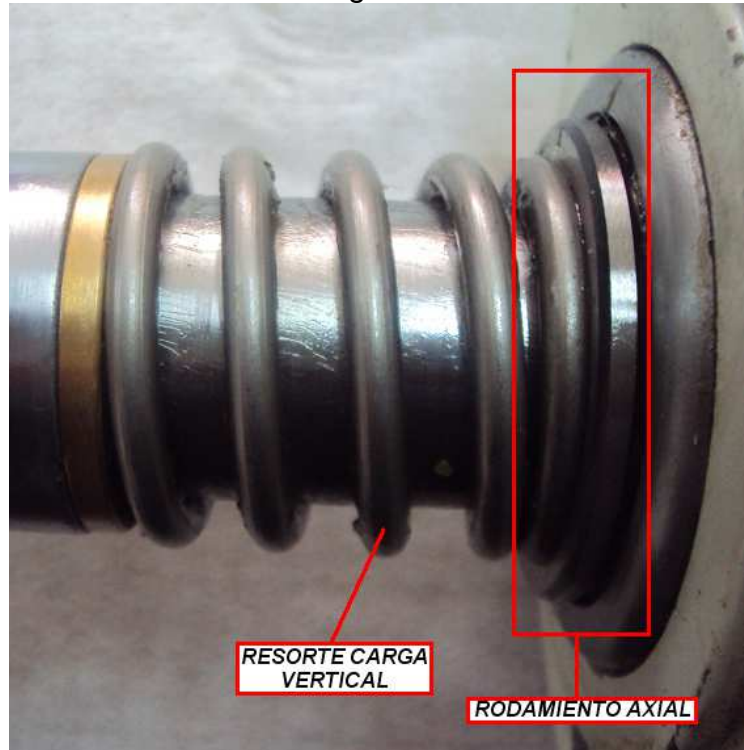
Figura 86. Camisa Modificada Piston roscador, Capsulador Rotatorio



Fuente. Departamento de Mantenimiento AJECOLOMBIA 2012.

En la Figura 86, se observa la modificación ejecutada (C4.2.1.1), en este alojamiento se montara un rodamiento axial que elimina la fricción y por lo tanto el desgaste del diseño anterior, se observa la implementación de este cambio en la Figura 86.

Figura 87. Modificación mecanismo carga vertical Pistón Roscador



Fuente. Departamento de Mantenimiento AJECOLOMBIA 2012.

- ii. **CASO 2:** Eje soporte de rodamiento seguidor de leva, pieza 4.4 de la Figura 84.

FUNCION : C4

CODIGO FALLA FUNCIONAL: 2

CODIGO DE MODO DE FALLA: 2

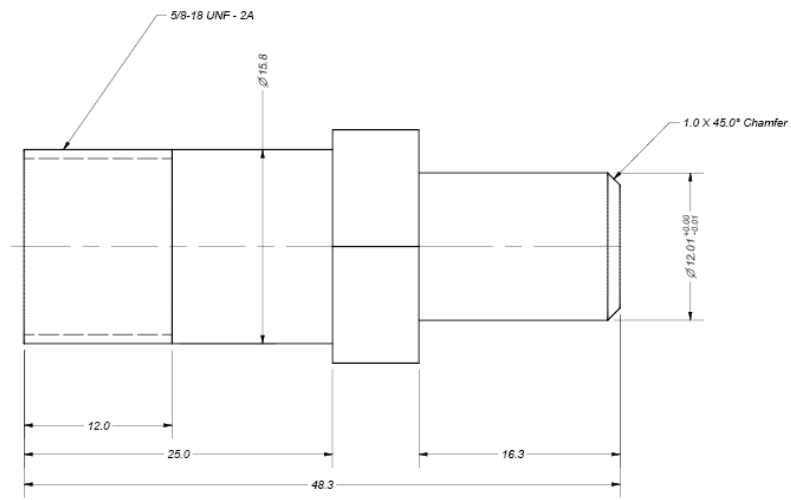
CODIGO DE TAREA:2

Para este análisis se denominara este rediseño como (C4.2.2.2).

En la Figura 88 se muestra el plano del eje soporte de rodamiento seguidor de leva original.

Debido al diseño de este eje no es posible aplicar un torque de apriete que garantice una sujeción confiable a la camisa, lo anterior se debe fundamentalmente a que este eje roscado no tiene una superficie que permita marcar el final del roscado (Figura 89), con estos antecedentes durante la operación de la maquina es frecuente encontrar ejes desajustados que no garantizan la aplicación correcta de la fuerza vertical sobre la tapa, estos desajustes resultan en fallas de la rosca tanto del eje soporte como de la camisa, tal como se observa en (Figuras 90 y 91), con el fin de eliminar esta novedad se rediseña el eje de la Figura 88.

Figura 88. Eje soporte de seguidor de leva original



Fuente. Departamento de Mantenimiento AJECOLOMBIA 2010.

Figura 89. Eje soporte de seguidor de leva original



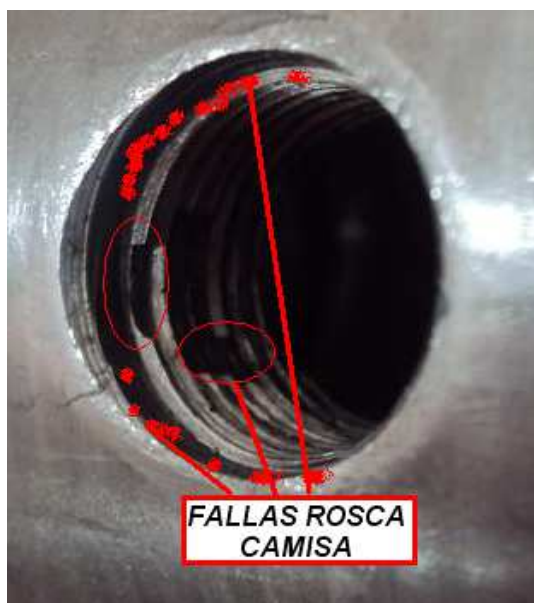
Fuente. Departamento de Mantenimiento AJECOLOMBIA 2010.

Figura 90. Falla de rosca en Eje soporte de seguidor de leva.



Fuente. Departamento de Mantenimiento AJECOLOMBIA 2010.

Figura 91. Falla de rosca en camisa capsulador.



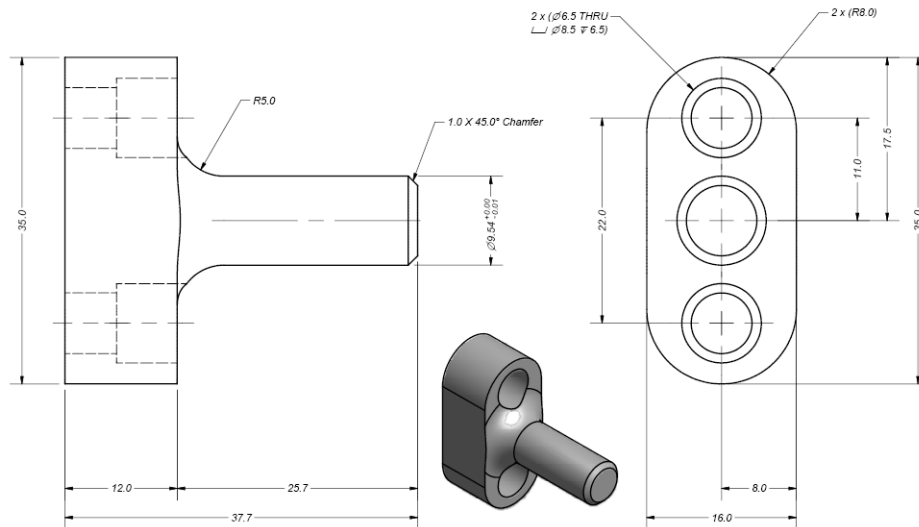
Fuente. Departamento de Mantenimiento AJECOLOMBIA 2010.

Los aspectos que se tienen en cuenta para el diseño del nuevo eje soporte de seguidor de leva son los siguientes:

- a. Garantizar fijación confiable del soporte de seguidor de leva a la camisa del pistón roscador.
- b. Alta resistencia a la fatiga.
- c. No modificar el diseño de las capsulas del pistón roscador, (Pieza # 13, Figura 81). Este punto es indispensable para implementar la modificación en los tiempos disponibles.

En la figura 92, se observa el diseño definitivo, que elimina los problemas en cuanto al diseño original, desde el punto de vista de Mantenimiento esta modificación brinda ventajas en cuanto a la eliminación de correctivos por esta causa y la disminución en la frecuencia en las tareas de inspección de este componente durante las jornadas de Mantenimiento programado.

Figura 92. Eje soporte seguidor de leva modificado



Fuente. Departamento de Mantenimiento AJECOLOMBIA 2012.

En las figuras (93 a 96) se observan detalles de la modificación implementada.

Figura 93. Fotografía Eje soporte seguidor de leva modificado



Fuente. Departamento de Mantenimiento AJECOLOMBIA 2012.

Figura 94. Fotografía modificación camisa soporte seguidor de leva



Fuente. Departamento de Mantenimiento AJECOLOMBIA 2012

Figura 95. Fotografía modificación camisa soporte seguidor de leva



Fuente. Departamento de Mantenimiento AJECOLOMBIA 2012

Figura 96. Fotografía detalle fijación soporte seguidor de leva.



Fuente. Departamento de Mantenimiento AJECOLOMBIA 2012

iii. **CASO 3:** Rodamiento seguidor de leva.

FUNCION : C4

CODIGO FALLA FUNCIONAL: 2

CODIGO DE MODO DE FALLA: 5

CODIGO DE TAREA:5

Para este análisis se denominara este rediseño como (C4.2.5.5).

Para este caso se tomaron en cuenta los siguientes aspectos para el cambio de referencia de rodamiento:

- a. El diámetro exterior del nuevo seguidor de leva debe ser igual al ancho de la leva, en este caso 32 mm.
- b. La capacidad de carga dinámica debe ser mayor, con el fin de incrementar la vida útil de este elemento.

Tabla 26. Características seguidor de leva original capsulador rotatorio.

Principal dimensions			Basic load ratings		Designation
d	D	B	dynamic	static	
mm			C	C ₀	-
12	32	15,9	10,1	5,6	3201 ATN9

Fuente. Departamento de Mantenimiento AJECOLOMBIA 2012

Tabla 27. Características seguidor de leva propuesto capsulador rotatorio.

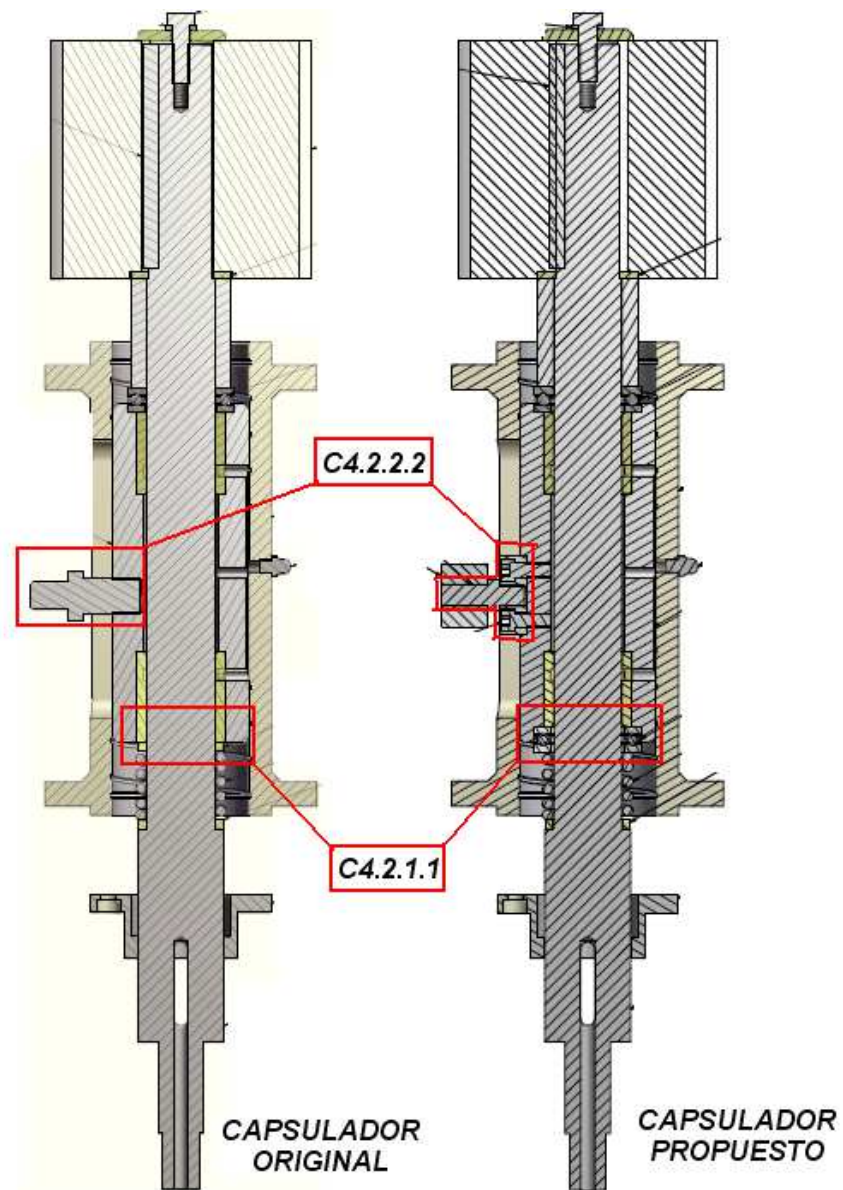
SEALED BRG. NO.	SEALED BRG. NO.	ROLLER DIA. (RD) +.000 -.001	ROLLER WIDTH (W) +.000 -.005	BORE (B)		MAX. STATIC CAPACITY LBS.	BASIC DYN. RATING LBS.
				NOM.	TOL.		
CYR-1 1/4-S	CCYR-1 1/4-S	1.250	.750	.375		8500	3930

Fuente. Departamento de Mantenimiento AJECOLOMBIA 2012

El seguidor de leva seleccionado tiene una capacidad de carga dinámica un 73% mayor al original, esta capacidad brinda mayor confiabilidad en la aplicación del mecanismo seguidor de leva del capsulador rotatorio.

En la figura 97, se resumen las modificaciones implementadas en el capsulador rotatorio.

Figura 97. Comparación pistones roscadores original y propuesto



Fuente. Departamento de Mantenimiento AJECOLOMBIA 2012

7.4 FALLAS FUNCIONALES Y MODOS DE FALLA DE SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO

En esta sección se aplicara el análisis de fallas funcionales y modos de falla al sistema llenadora rotativa y los subsistemas relacionados en el capítulo 5, tomando como base el análisis funcional desarrollado en la sección 6.5, y registrado en las tablas 12 & 13.

Tabla 28. Fallas Funcionales y Modos de Sistema de Transmisión Mecánico (1 de 4)

SISTEMA	SUBSISTEMA	Cód...Func.	Función	Cód...FF	Descripción Falla Funcional	Cód...MF	Modo de Falla	DESCRIPCIÓN DE EFECTOS	CRITICIDAD			DETERMINANTES			FALLAS EVIDENTES			FALLAS OCULTA		TIPO DE DECISIÓN	DESCRIPCIÓN TAREA	PERIODO (MES)	RECURSO	TIEMPO (MIN)	CONDICION MAQUINA	Cod. Tarea	
									S	P	NPR	1	2	3	4	5	6	7	8								9
									H	S & E	O	H & S	NS	S & E	O	DC	S	NS									
SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	MOTOREDUCTOR PRINCIPAL & ENGRANAJE DE SALIDA	ST2	1. Primaria: Transmitir potencia mecanica (Torque y Velocidad Angular), con una precision angular final de +/- 0,7%, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML	1	No hay transmision de Potencia al Tren de engranajes	1	Motor en diferente tipo de cortocircuito (fase a fase, entre vueltas etc)	1. Paro de la maquina 2. Incumpliento en opraciones y cliente final. 3. Tiempo perdido por reemplazo de motor (4 horas), COSTO \$ 2'000.000.	10	2	20	NO	-	-	NO	-	-	-	-	C	MONITOREO	Se revisara el desempeño del motor mesualmente, utilizando termografia y medicion de corrientes.	1	1	90	O	1
				2	Falla de sincronismo > 0,7%	1	Cuña y/o Cuñero de Engranaje principal deformados.	1. Fractura recurrente de cuello de la botella 2. Fallas recurrentes de capsulado 3. Averia de guias y/o estrellas por colision de botellas. 4. Producto NO conforme 5. Tiempo perdido por reemplazo de motor (4 horas), COSTO \$ 2'000.000.	10	2	20	NO	-	-	NO	-	-	-	-	C	MONITOREO	Se revisara mensualmente el juego in-out del Motoreductor principal.	1	1	40	P	1
						2	Falla de rodamientos internos y/o engranajes reductor	1. Fractura recurrente de cuello de la botella 2. Fallas recurrentes de capsulado 3. Averia de guias y/o estrellas por colision de botellas. 4. Producto NO conforme 5. Tiempo perdido por reemplazo de motoreductor (6 horas), COSTO \$ 2'000.000.	10	2	20	NO	-	-	NO	-	-	-	-	-	C	MONITOREO	Se revisara mensualmente el estado del reductor meiante termografia y analizador de vibraciones	1	1	60	O

Fuente. El Autor

Tabla 29. Fallas Funcionales y Modos de Sistema de Transmisión Mecánico (2 de 4)

SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO		REDUCTOR CAPSULADOR		ACOPLE ELASTOMERICO																						
ST3	1. Primaria: Transmitir potencia mecanica (Torque y Velocidad Angular), con una presicion angular final de +/- 0,7º al eje del capsulador, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML	2	Falla de sincronismo > 0,7º	1	Cuña y/o Cuñero de Engranaje principal deformados.	1. Fractura recurrente de cuello de la botella 2. Fallas recurrentes de capsulado 3. Averia de guías y/o estrellas por colision de botellas. 4. Producto NO conforme 5. Tiempo perdido por reemplazo de motor (4 horas), COSTO \$ 2'000.000.	10	2	20	NO	-	-	NO	-	-	-	-	-	C	MONITOREO	Se revisara mensualmente el juego in-out del Motoreductor principal.	1	1	40	P	1
				2	Falla de rodamientos internos y/o engranajes reductor	1. Fractura recurrente de cuello de la botella 2. Fallas recurrentes de capsulado 3. Averia de guías y/o estrellas por colision de botellas. 4. Producto NO conforme 5. Tiempo perdido por reemplazo de reductor (6 horas), COSTO \$ 2'000.000.	10	2	20	NO	-	-	NO	-	-	-	-	-	C	MONITOREO	Se revisara mensualmente el estado del reductor meiante termografia y analizador de vibraciones	1	1	60	O	2
ST4	1. Primaria: Transmitir potencia mecanica (Torque y Velocidad Angular), con una presicion angular final de +/- 0,5º, del Motoreductor Principal al Reductor del capsulador, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML	1	Falla de sincronismo > 0,7º	1	Elastomero en falla	1. Fractura recurrente de cuello de la botella 2. Fallas recurrentes de capsulado 3. Averia de guías y/o estrellas por colision de botellas. 4. Producto NO conforme 5. Tiempo perdido por reemplazo de acople elastomero (2 horas), COSTO \$ 500.000.	10	2	20	NO	-	-	NO	-	-	-	-	-	C	MONITOREO	Se revisara mensualmente el estado del acople mediante termografia, y revisando alineacion de ejes.	1	1	90	P/O	1

Fuente. El Autor

Tabla 30. Fallas Funcionales y Modos de Sistema de Transmisión Mecánico (3 de 4)

SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	SISTEMA DE ANGRANAJES INTERMEDIOS										C	MONITOREO	Se revisara mensualmente el estado de engranajes y juegos en los cuñeros, en todos los engranajes intermedios.	1	1	90	P	1								
	ST5	1	Falla de sincronismo > 0,7 e	1	Cuñas y/o cumeros de ejes con juego.	1	5	2	10	NO									-	-	NO	-	-	-	-	-
SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO					2	Engranajes con dientes fracturados	2	7	2	14	NO	-	-	NO	-	-	-	-	C	MONITOREO	Se revisara mensualmente el estado de engranajes y juegos en los cuñeros, en todos los engranajes intermedios.	1	1	90	P	2
					3	Rodamientos de engranajes intermedios averiados	3	10	2	20	NO	-	-	NO	-	-	-	-	D	REEMPLAZO	Se cambiarian los rodamientos de los ejes de los engranajes intermedios cada 8000 horas anualmente	12	2	360	P	2
	ENGRANAJES DE ESTRELLAS	ST6	1	Falla de sincronismo > 0,7 e	3	Engrabajes con dientes fracturados	3	10	2	20	NO	-	-	NO	-	-	-	-	C	MONITOREO	Se revisara mensualmente el estado de engranajes y juegos en los cuñeros, en todos los engranajes intermedios.	1	1	90	P	3

Fuente. El Autor

Tabla 31. Fallas Funcionales y Modos de Sistema de Transmisión Mecánico (4 de 4)

SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO		EJES Y RODAMIENTOS DE ESTRELLAS		SISTEMA DE ESTRELLAS & GUIAS																						
ST7	1. Primaria: Transmitir potencia mecanica (Torque y Velocidad Angular), con una precision angular final de +/- 0,7%, a estrellas de transferencia, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML	1	Falla de sincronismo > 0,7%	1	Cuñas y/o cumeros de ejes con juego.	1. Fractura recurrente de cuello de la botella 2. Fallas recurrentes de capsulado 3. Averia de guias y/o estrellas por colision de botellas. 4. Producto NO conforme 5. Tiempo perdido por reparacion provisional de cuña (2 horas), COSTO \$ 500.000.	10	2	20	NO	-	-	NO	-	-	-	-	-	C	MONITOREO	Se revisara mensualmente el estado de engranajes y juegos en los cuñeros, en todos los engranajes y ejes de estrellas	1	1	90	P	1
				2	Rodamientos de ejes de esterilas averiados	1. Fractura recurrente de cuello de la botella 2. Fallas recurrentes de capsulado 3. Averia de guias y/o estrellas por colision de botellas. 4. Producto NO conforme 5. Tiempo perdido por reparacion provisional de cuña (2 horas), COSTO \$ 500.000.	10	2	20	NO	-	-	NO	-	-	-	-	-	D	REEMPLAZO	Se reemplazaran los rodamientos de los eje de esterilas anualmente	12	2	480	P	2
ST8	1. Primaria: Transportar botellas PET vacias y llenas, del Trasportador al RINSER, del RINSER a la LLENADORA, de la LLENADORA al CAPSULADOR, del CAPSULADOR al transportador de salida, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML	1	Falla de sincronismo > 0,7%	1	Estrella desgastada	1. Fractura recurrente de cuello de la botella 2. Fallas recurrentes de capsulado 3. Averia de guias y/o estrellas por colision de botellas. 4. Producto NO conforme 5. Tiempo perdido por remplazo de rodameintos por cada estrella (1 horas), COSTO \$ 6'000.000.	10	1	10	NO	-	-	NO	-	-	-	-	-	NT	CAF	Se Reemplazaran cuando sea necesario	-	-	-	P	1

Fuente. El Autor

7.5 FALLAS FUNCIONALES Y MODOS DE FALLA DE SISTEMA DE MANDO Y CONTROL

En esta sección se aplicara el análisis de fallas funcionales y modos de falla al sistema llenadora rotativa y los subsistemas relacionados en el capítulo 5, tomando como base el análisis funcional desarrollado en la sección 4.6, y registrado en la tabla 14.

Tabla 32. Fallas Funcionales y Modos de Sistema de Mando y Control (1 de 3)

SISTEMA	SUBSISTEMA	Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	DESCRIPCION DE EFECTOS	CRITICIDAD			DETERMINANTES				FALLAS EVIDENTES		FALLAS OCULTA		TIPO DE DECISIÓN	DESCRIPCIÓN TAREA	PERIODO (MES)	RECURSO	TIEMPO (MIN)	CONDICION MAQUINA	Cod. Tarea	
									S	P	N	1	2	4	3	5	6	7	8								9
									H	S & E	O	H & S	S & E	O	DC	S	NS										
SISTEMA DE MANDO Y CONTROL	CONSOLA DE MANDO	SM C1	1. Primaria: Transmitir los comandos del operador de la maquina al PLC ubicado en el tablero principal, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML	1	No hay transmision al PLC	1	Red PROFIBUS en falla	1. Paro de la maquina 2. Incumpliento en operaciones y cliente final. 3. Tiempo perdido por ajuste y reemplazo de conector PROFIBUS (4 horas), COSTO \$ 1'000.000.	10	2	20	NO	-	-	NO	-	-	-	D	REEMPLAZO	Se reemplazaran los conectores PROFIBUS cada 4000 horas.	6	1	120	P	1	
				2	Pantalla HMI no responde a los comandos del operador	1	Pantalla HMI en falla	1. Paro de la maquina 2. Incumpliento en operaciones y cliente final. 3. Tiempo perdido por ajuste y reemplazo de pantalla (30 min), COSTO \$ 1'000.000.	10	2	20	SI	NO	SI	-	-	D	-	-	-	CAF	Se reemplazara tan pronto ocurra la falla, se debe contra con la pnatalla programada.	-	1	30	P	1

Fuente. El Autor

Tabla 33. Fallas Funcionales y Modos de Sistema de Mando y Control (2 de 3)

SISTEMA DE MANDO Y CONTROL		ELEMENTOS DE SEGURIDAD		SM		C2																		
	1. Primaria: Interrumpir operación de la maquina ante la ocurrencia del evento base de diseño, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML	1	El elemento no detiene la maquina ante la ocurrencia del evento previsto.	1	Sensor dañado	10	5	50	NO	-	-	SI	-	-	-	C	-	MONITOREO	Se revisara (1) vez por turnos el funcionamiento de los sensores de seguridad y golpes de puño de la maquina, esta revision se ejecutar apor el operador de la maquina una vez ha comenzado su turno.	-	1	15	O	1
				2	Borneras de contacto desajustadas	10	2	20	NO	-	-	SI	-	-	-	C	-	MONITOREO	Se ajustaran mensualmente las bomeras de todos los eleemntos de seguridad	1	1	60	P	2
		2	El elemento detiene la maquina repentinamente	1	Elemento con humedad o en corto, que se traduce en falso contacto.	10	2	20	NO	-	-	NO	-	-	-	C	-	MONITOREO	Se revisara (1) vez por turnos el funcionamiento de los sensores de seguridad y golpes de puño de la maquina, esta revision se ejecutar apor el operador de la maquina una vez ha comenzado su turno.	-	1	15	O	1

Fuente. El Autor

Tabla 34. Fallas Funcionales y Modos de Sistema de Mando y Control (3 de 3)

SISTEMA DE MANDO Y CONTROL		TABLERO PRINCIPAL		C3		SM																			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
		1. Primaria: Recibir Senal Profibus de la HMI y Transmitir las señales del PLC y los variadores de frecuencia a los elementos finales de control, a una velocidad de 600 bpm @ 400 ml, 150 BPM @ 3020 ML	1	No hay transmision del PLC a un equipo de control final	1	Falla de comunicación PROFIBUS con variadores	10	2	20	NO	-	-	NO	-	-	-	-	D	REEMPLAZO	Se reemplazaran los conectores PROFIBUS cada 4000 horas.	6	1	120	P	1
			2	Variadores en falla por alta Temperatura	1	Unidad de aire acondicionado para pr alta presion de condensacion.	10	2	20	NO	-	-	NO	-	-	-	-	B	LIMPIEZA	Se limpiera mesualmente el condensador de la unidad de aire acondicionado	1	1	30	P	1
			3	PLC envia señal, variadores NO respondenç	1	Relevos averiados o contactos defectuosos	10	2	20	NO	-	-	NO	-	-	-	-	B	LIMPIEZA	Se limpiera semestralmente el tablero principal	6	2	480	P	1

Fuente. El Autor

8. ANALISIS DE CRITICIDAD DE COMPONENTES

Con base en el Índice de riesgo (NPR) estudiado en la sección 3.2.6 y obtenido en el capítulo 7, se clasifican los componentes críticos para el sistema (llenadora tribloc).

Tabla 35. Clasificación de Componentes críticos (1 de 3)

ITEM	SISTEMA	SUBSISTEMA	Cód. Func.	COMPONENTE	CRITICIDAD
					NPR
1	LLENADORA	SISTEMA DE SOPORTE MECANICO (RODAMIENTO & ENGRANAJE)	L7	Rodamiento principal	50
2	CAPSULADOR ROTATORIO	SISTEMA DE SOPORTE MECANICO (RODAMIENTO & ENGRANAJE)	C8	Rodamientos del eje del capsulador	50
3	SISTEMA DE MANDO Y CONTROL	ELEMENTOS DE SEGURIDAD	SMC2	Sensor	50
4	CAPSULADOR ROTATORIO	PISTONES ROSCADORES & ANTIGIROS	C4	Arandelas soporte de resorte	40
5	CAPSULADOR ROTATORIO	PISTONES ROSCADORES & ANTIGIROS	C4	Eje seguidor de leva	40
6	CAPSULADOR ROTATORIO	PISTONES ROSCADORES & ANTIGIROS	C4	Cono roscador "SHUK"	40
7	CAPSULADOR ROTATORIO	PISTONES ROSCADORES & ANTIGIROS	C4	Antigiros	40
8	CAPSULADOR ROTATORIO	PISTONES ROSCADORES & ANTIGIROS	C4	Rodamiento seguidor de leva	40
9	ENJUAGADOR	SISTEMA DE SOPORTE MECANICO (EJE, RODAMIENTOS & ENGRANAJE)	E5	Rodamientos del eje principal	32
10	ENJUAGADOR	SISTEMA DE SOPORTE MECANICO (EJE, RODAMIENTOS & ENGRANAJE)	E5	Engranaje del eje del capsulador	32
11	LLENADORA	SISTEMA DE VALVULAS DE LLENADO	L6	Freno de Mariposa de apertura de valvula	32
12	LLENADORA	SISTEMA DE VALVULAS DE LLENADO	L6	Pin de alivio	32
13	LLENADORA	SISTEMA DE SOPORTE MECANICO (RODAMIENTO & ENGRANAJE)	L7	Engranaje del eje del capsulador	32
14	CAPSULADOR ROTATORIO	SISTEMA DE SOPORTE MECANICO (RODAMIENTO & ENGRANAJE)	C8	Engranaje del eje del capsulador	32
15	CAPSULADOR ROTATORIO	SISTEMA DE POSICIONAMIENTO PICK & PLACE	C7	Rueda Motriz	30
16	CAPSULADOR ROTATORIO	SISTEMA DE POSICIONAMIENTO PICK & PLACE	C7	Estrella Pick & Place	30
17	CAPSULADOR ROTATORIO	SISTEMA DE POSICIONAMIENTO PICK & PLACE	C7	Rodamientos del mecanismos PICK & Place	30
18	CAPSULADOR ROTATORIO	SISTEMA DE POSICIONAMIENTO PICK & PLACE	C7	Guia interna de estrella Pick & Place	30
19	LLENADORA	SISTEMA DE ELEVACION Y SELLO DE LA BOTELLA.	L5	Guías laterales del Piston elevador	28
20	CAPSULADOR ROTATORIO	TOLVA SELECCIONADORA DE TAPA	C5	Moto reductor	28
21	LLENADORA	SISTEMA DE VALVULAS DE LLENADO	L6	Aro difusor	25
22	LLENADORA	SISTEMA DE ELEVACION Y SELLO DE LA BOTELLA.	L5	Sellos internos Piston elevador	24
23	LLENADORA	SISTEMA DE VALVULAS DE LLENADO	L6	Empaque de sello de valvula	24
24	CAPSULADOR ROTATORIO	TOLVA SELECCIONADORA DE TAPA	C5	Correa alimentadora de tapa	24

Fuente. El Autor.

Tabla 36. Clasificación de Componentes críticos (2 de 3)

25	CAPSULADOR ROTATORIO	CANAL DE ALIMENTACION DE TAPAS	C6	Piston liberador de tapa	24
26	CAPSULADOR ROTATORIO	CANAL DE ALIMENTACION DE TAPAS	C6	Sensor de tapa	24
27	SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	MOTOREDUCTOR PRINCIPAL & ENGRANAJE DE SALIDA	ST2	Motor Principal	20
28	SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	MOTOREDUCTOR PRINCIPAL & ENGRANAJE DE SALIDA	ST2	Cuña y/o Cuñero de Engranaje principal	20
29	SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	MOTOREDUCTOR PRINCIPAL & ENGRANAJE DE SALIDA	ST2	Rodamientos internos y/o engranajes reductor.	20
30	SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	REDUCTOR CAPSULADOR	ST3	Cuña y/o Cuñero de Engranaje principal	20
31	SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	REDUCTOR CAPSULADOR	ST3	Rodamientos internos y/o engranajes reductor	20
32	SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	ACOPLE ELASTOMERICO	ST4	Elastomero en falla	20
33	SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	SISTEMA DE ANGRANAJES INTERMEDIOS	ST5	Rodamientos de engranajes intermedios	20
34	SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	ENGRANAJES DE ESTRELLAS	ST6	Engranajes	20
35	SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	EJES Y RODAMIENTOS DE ESTRELLAS	ST7	Cuñas y/o cuñeros de ejes	20
36	SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	Rodamientos de ejes de estrellas averiados	ST7	Rodamientos de ejes de esterllas	20
37	SISTEMA DE MANDO Y CONTROL	CONSOLA DE MANDO	SMC1	Red PROFIBUS	20
38	SISTEMA DE MANDO Y CONTROL	CONSOLA DE MANDO	SMC1	Pantalla HMI	20
39	SISTEMA DE MANDO Y CONTROL	ELEMENTOS DE SEGURIDAD	SMC2	Borneras de contacto	20
40	SISTEMA DE MANDO Y CONTROL	ELEMENTOS DE SEGURIDAD	SMC2	Sensores	20
41	SISTEMA DE MANDO Y CONTROL	TABLERO PRINCIPAL	SMC 3	Red PROFIBUS	20
42	SISTEMA DE MANDO Y CONTROL	TABLERO PRINCIPAL	SMC 3	Unidad de aire acondicionado	20
43	SISTEMA DE MANDO Y CONTROL	TABLERO PRINCIPAL	SMC 3	Relevos	20
44	LLENADORA	SISTEMA DE ELEVACION Y SELLO DE LA BOTELLA.	L5	Bujes deslizantes sistema centrador de tulipa	18
45	LLENADORA	SISTEMA DE ELEVACION Y SELLO DE LA BOTELLA.	L5	Empaque de sello de tulipa	18
46	CAPSULADOR ROTATORIO	LEVA TRAYECTORIA ROSCADORES	C2	Leva Pistones elevadores	18
47	ENJUAGADOR	BASE DE MAQUINA	E6	Soportes niveladores	16
48	LLENADORA	SISTEMA DE DISTRIBUCION DE PRODUCTO (BEBIDA)	L2	Rodamientos del distribuidor de liquido	16
49	LLENADORA	SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AIRE & CO2	L3	Rodamientos del distribuidor de aire y/o Co2	16
50	CAPSULADOR ROTATORIO	ENGRANAJE FIJO CAPSULADOR	C3	Engranaje fijo	16

Fuente. El Autor.

Tabla 37. Clasificación de Componentes críticos (3 de 3)

51	LLENADORA	SISTEMA DE VALVULAS DE LLENADO	L6	Empaque de sello de valvula	15
52	SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	SISTEMA DE ANGRANAJES INTERMEDIOS	ST5	Engranajes	14
53	LLENADORA	SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO	L4	Brazo de Boya de contrapresion	12
54	LLENADORA	SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO	L4	Brazo de Boya de descarga	12
55	LLENADORA	SISTEMA DE VALVULAS DE LLENADO	L6	Mariposa de Apertura de valvula	12
56	LLENADORA	SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO	L4	Tomillo de regulacion de altura de la boya	10
57	SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	SISTEMA DE ANGRANAJES INTERMEDIOS	ST5	Cuñas y/o cumeros de ejes	10
58	SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	SISTEMA DE ESTRELLAS & GUIAS	ST8	Estrella	10
59	LLENADORA	SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO	L4	Boya de contrapresion	8
60	LLENADORA	SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO	L4	Boya de descarga	8
61	LLENADORA	SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO	L4	Tomillo de regulacion de altura de la boya	8
62	LLENADORA	BASE DE MAQUINA	L8	Elementos estructurales de la mesa	8
63	CAPSULADOR ROTATORIO	PISTONES ROSCADORES & ANTIGIROS	C4	Rodamiento de cabezal magnetico	8
64	CAPSULADOR ROTATORIO	BASE DE MAQUINA	C9	Elementos estructurales de la mesa	8
65	LLENADORA	SISTEMA DE VALVULAS DE LLENADO	L6	Eje de Mariposa de Apertura de valvula	7
66	ENJUAGADOR	SISTEMA DE VOLTEO DE BOTELLA	E2	Bujes de mecanismo volteador	6
67	ENJUAGADOR	SISTEMA DE VOLTEO DE BOTELLA	E3	Bujes de mecanismo volteador	6
68	ENJUAGADOR	SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA	E4	Rele de control para solenoide de paso de agua	6
69	ENJUAGADOR	SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA	E4	Bobina de valvula solenoide de paso de agua	6
70	LLENADORA	SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO	L4	Orificio de Salida de Gas de Contrapresion	5
71	LLENADORA	SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO	L4	Orificio de Ingreso de Gas de Contrapresion	4

Fuente. El Autor.

A partir de las tablas (34, 35 y 36) de clasificación de criticidad para componentes, la distribución según la clasificación NPR se muestra en las tablas (37 y 38).

Tabla 38. Distribución de Componentes críticos por NPR

Clasificación NPR	Items Clasificados	Porcentaje (%)
Bajo	2	2.8
Medio	14	19.7
Alto	29	40.8
Muy Alto	26	36.7

Fuente. El Autor.

Tabla 39. Distribución de Componentes críticos por NPR y Sistema

Clasificación NPR		ENJUAGADOR	LLENADORA	CAPSULADOR ROTATORIO	SISTEMA TRANSMISION MECANICO	SISTEMA DE MANDO Y CONTROL
BAJO	CANT	0	2	0	0	0
	%	0	2.8	0	0	0
MEDIO	CANT	4	6	2	2	0
	%	5.6	8.4	2.8	2.8	0
ALTO	CANT	1	8	2	11	7
	%	1.4	11.3	2.8	15.5	9.9
MUY ALTO	CANT	2	8	15	0	1
	%	2.8	11.3	21.1	0	1.4

Fuente. El Autor.

Ordenando los sistemas con base en los niveles de participación porcentual de los sistemas en el índice NPR alto y muy alto los sistemas críticos de la maquina llenadora TRIBLOC son los siguientes:

- i. Capsulador Rotatorio (23.9 %).
- ii. Llenadora Rotatoria (22.6 %).
- iii. Sistema de Transmisión Mecánico (15.5 %).
- iv. Sistema de Mando y Control (11.3 %)
- v. Enjuagador (4.2 %)

Con base en esta clasificación se deben implementar medidas que eleven la disponibilidad y confiabilidad de la maquina, las medidas mas importantes a implementar en estos sistemas son:

- i. Rediseño de elementos cuyo desgaste hacen que el sistema tenga este nivel NPR.
- ii. Revisión de niveles de inventario para sistemas críticos.
- iii. Documentación técnica de los componentes de estos sistemas, dicha documentación corresponde a planos, especificaciones, manuales de funcionamiento etc.
- iv. Capacitación del personal de Mantenimiento.

9. GENERACION DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LLENADORA TRIBLOC

Con base en la información obtenida en el capítulo 7 (Fallas funcionales y modos de falla), se desarrollara el plan de mantenimiento preventivo para la llenadora TRIBLOC.

La información que contiene este plan es:

- i. Sistema
- ii. Subsistema
- iii. Código de la Función: Se requiere con el fin de consultar el análisis funcional cual es el objetivo de ejecutar esta tarea.
- iv. Descripción de la tarea
- v. Periodo de Mantenimiento en meses
- vi. Recursos por tarea
- vii. Tiempo por tarea
- viii. Tiempo TOTAL por tarea
- ix. Condición de la maquina: Esta condición tiene dos estados, (Maquina en operación "O"), y (Maquina parada, "P").
- x. Recurso TOTAL parada.
- xi. Código de la tarea.

El pan de mantenimiento para la llenadora TRIBLOC se divide en periodos de ejecución así:

- i. Plan de Mantenimiento Mensual.
- ii. Plan de Mantenimiento Bimensual.
- iii. Plan de Mantenimiento Trimestral.

- iv. Plan de Mantenimiento (4 meses).
- v. Plan de Semestral
- vi. Plan Anual

Tabla 40. Plan de Mantenimiento Preventivo Mensual para llenadora TRIBLOC (1 de 2)

SISTEMA	SUBSISTEMA	Cód. Func.	Cód. FF	DESCRIPCIÓN TAREA	PERIODO (MES)	RECURSOS	TIEMPO (MIN)	MINUTOS HOMBRE	CONDICION MAQUINA	RECURSOS PARADA	Cod. Tarea
LLENADORA	SISTEMA DE ELEVACION Y SELLO DE LA BOTELLA.	L5	1	Se inspcionara mensualmente el estado de los sellos de tulipa	1	1	60	60	P	60	4
LLENADORA	SISTEMA DE VALVULAS DE LLENADO	L6	1	Se inspcionara mensualmente el estado de los aro difusores	1	1	90	90	P	90	2
LLENADORA	SISTEMA DE VALVULAS DE LLENADO	L6	1	Se inspeccionaran mensualmente el estado de las mariposas accionadoras de valvula	1	1	90	90	P	90	3
LLENADORA	SISTEMA DE VALVULAS DE LLENADO	L6	1	Se inspeccionaran mensualmente los frenos de mariposa accionadora de valvula.	1	1	60	60	P	60	5
LLENADORA	SISTEMA DE VALVULAS DE LLENADO	L6	1	Se inspeccionaran mensualmente los pines de alivio, no se programa reemplazo periodico ya que la tasa de desgaste depende de la cadencia de la maquina y esta es variable dependiendo del formato.	1	1	60	60	P	60	6
CAPSULADOR ROTATORIO	PISTONES ROSCADORES & ANTIGIROS	C4	1	Se inspeccionaran los cabezales magneticos, el el mantenimiento mensual, CANT (25)	1	1	120	120	P	120	1
CAPSULADOR ROTATORIO	PISTONES ROSCADORES & ANTIGIROS	C4	2	Se inspeccionaran los SHUKS (25), en el mantenimiento mensual.	1	1	60	60	P	60	3
CAPSULADOR ROTATORIO	PISTONES ROSCADORES & ANTIGIROS	C4	2	Se inspeccionaran los ANTIGIROS (25), en el mantenimiento mensual.	1	1	60	60	P	60	4
CAPSULADOR ROTATORIO	SISTEMA DE POSICIONAMIENTO PICK & PLACE	C7	1	Se inspeccionara Mensualmente, estrella motriz de Pick & Place	1	1	20	20	P	20	1
CAPSULADOR ROTATORIO	SISTEMA DE POSICIONAMIENTO PICK & PLACE	C7	1	Se inspeccionara Mensualmente, estrella de Pick & Place	1	1	20	20	P	20	2

Fuente. El Autor.

Tabla 41. Plan de Mantenimiento Preventivo Mensual para llenadora TRIBLOC (2 de 2)

SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	MOTOREDUCTOR PRINCIPAL & ENGRANAJE DE SALIDA	ST2	1	Se revisara el desempeño del motor mesualmente, utilizando termografia y medicion de corrientes.	1	1	90	90	O	0	1
SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	MOTOREDUCTOR PRINCIPAL & ENGRANAJE DE SALIDA	ST2	2	Se revisara mensualmente el juego in-out del Motoreductor principal.	1	1	40	40	P	40	1
SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	MOTOREDUCTOR PRINCIPAL & ENGRANAJE DE SALIDA	ST2	2	Se revisara mensualmente el estado del reductor meiante termografia y analizador de vibraciones	1	1	60	60	O	0	2
SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	REDUCTOR CAPSULADOR	ST3	2	Se revisara mensualmente el juego in-out del Motoreductor principal.	1	1	40	40	P	40	1
SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	REDUCTOR CAPSULADOR	ST3	2	Se revisara mensualmente el estado del reductor meiante termografia y analizador de vibraciones	1	1	60	60	O	0	2
SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	ACOPLE ELASTOMERICO	ST4	1	Se revisara mensualmente el estado del acople mediante termografia, y revisando alineacion de ejes.	1	1	90	90	P/O	90	1
SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	SISTEMA DE ANGRANAJES INTERMEDIOS	ST5	1	Se revisara mensualmente el estado de engranajes y juegos en los cuñeros, en todos los engranajes intermedios.	1	1	90	90	P	90	1
SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	SISTEMA DE ANGRANAJES INTERMEDIOS	ST5	1	Se revisara mensualmente el estado de engranajes y juegos en los cuñeros, en todos los engranajes intermedios.	1	1	90	90	P	90	2
SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	ENGRANAJES DE ESTRELLAS	ST6	1	Se revisara mensualmente el estado de engranajes y juegos en los cuñeros, en todos los engranajes intermedios.	1	1	90	90	P	90	3
SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	EJES Y RODAMIENTOS DE ESTRELLAS	ST7	1	Se revisara mensualmente el estado de engranajes y juegos en los cuñeros, en todos los engranajes y ejes de estrellas	1	1	90	90	P	90	1
SISTEMA DE MANDO Y CONTROL	ELEMENTOS DE SEGURIDAD	SMC2	1	Se ajustaran mensualmente las borneras de todos los eleemntos de seguridad	1	1	60	60	P	60	2
SISTEMA DE MANDO Y CONTROL	TABLERO PRINCIPAL	SMC 3	2	Se limpiAra mensualmente el condensador de la unidad de aire acondicionado	1	1	30	30	P	30	1

Fuente. El Autor.

Tabla 42. Resumen de Plan de Mantenimiento Preventivo Mensual llenadora TRIBLOC

NUMERO TOTAL DE TAREAS	22	
TAREAS CON MAQUINA PARADA	18	
TAREAS CON MAQUINA EN OPERACION	4	
HORAS HOMBRE JORNADA (8 HORAS)	21	
TECNICOS JORNADA MTTO (8 HORAS)	Teórico 2.6	Real 3

Fuente. El Autor.

Tabla 43. Plan de Mantenimiento Preventivo Bimestral para llenadora TRIBLOC

<i>SISTEMA</i>	<i>SUBSISTEMA</i>	<i>Cód. Func.</i>	<i>Cód. FF</i>	<i>DESCRIPCIÓN TAREA</i>	<i>PERIODO (MES)</i>	<i>RECURSOS</i>	<i>TIEMPO (MIN)</i>	<i>MINUTOS HOMBRE</i>	<i>CONDICION MAQUINA</i>	<i>RECURSOS PARADA</i>	<i>Cod. Tarea</i>
LLENADORA	SISTEMA DE ELEVACION Y SELLO DE LA BOTELLA.	L5	1	Se reemplazaran las (200) guias de los pistones elevadores, bimestralmente	2	3	480	1440	P	0	2
LLENADORA	SISTEMA DE VALVULAS DE LLENADO	L6	1	Se reemplazaran los sellos de valvula cada dos meses.	2	2	180	360	P	360	1
LLENADORA	SISTEMA DE ELEVACION Y SELLO DE LA BOTELLA.	L5	1	Se reemplazaran Los empaques de los pistones elevadores, bimestralmente	2	3	480	1440	P	1440	2
CAPSULADOR ROTATORIO	CANAL DE ALIMENTACION DE TAPAS	C6	1	Se reemplazara PISTON liberador de tapa, bimensualmente	2	1	30	30	P	30	1

Fuente. El Autor.

Tabla 44. Resumen de Plan de Mantenimiento Preventivo Bimestral llenadora TRIBLOC

NUMERO TOTAL DE TAREAS	4	
TAREAS CON MAQUINA PARADA	4	
TAREAS CON MAQUINA EN OPERACION	0	
HORAS HOMBRE JORNADA (8 HORAS)	30.5	
TECNICOS JORNADA MTTO (8 HORAS)	Teórico 3.8	Real 4

Fuente. El Autor.

Tabla 45. Plan de Mantenimiento Preventivo Trimestral para llenadora TRIBLOC

<i>SISTEMA</i>	<i>SUBSISTEMA</i>	<i>Cód. Func.</i>	<i>Cód. FF</i>	<i>DESCRIPCIÓN TAREA</i>	<i>PERIODO (MES)</i>	<i>RECURSOS</i>	<i>TIEMPO (MIN)</i>	<i>MINUTOS HOMBRE</i>	<i>CONDICION MAQUINA</i>	<i>RECURSOS PARADA</i>	<i>Cod. Tarea</i>
CAPSULADOR ROTATORIO	LEVA TRAYECTORIA ROSCADORES	C2	1	Se revisara la integridad de la superficie de la leva cada 2000 horas, utilizando galgas telescopicas.	3	1	180	180	P	180	1
CAPSULADOR ROTATORIO	ENGRANAJE FIJO CAPSULADOR	C3	1	Se revisara integridad de engranaje fijo cada 2000 horas.	3	1	60	60	P	60	1
CAPSULADOR ROTATORIO	TOLVA SELECCIONADORA DE TAPA	C5	1	Se cambiara el motoreductor, trimestralmente	3	1	60	60	P	60	1
CAPSULADOR ROTATORIO	TOLVA SELECCIONADORA DE TAPA	C5	1	Se reemplazara la correa, trimestralmente	3	1	30	30	P	30	1
CAPSULADOR ROTATORIO	SISTEMA DE POSICIONAMIENTO PICK & PLACE	C7	1	Se REEMPLAZARA la guia interna del PICK & PLACE Trimestralmente	3	1	90	90	P	90	4

Fuente. El Autor.

Tabla 46. Resumen de Plan de Mantenimiento Preventivo Trimestral llenadora TRIBLOC

NUMERO TOTAL DE TAREAS	5	
TAREAS CON MAQUINA PARADA	5	
TAREAS CON MAQUINA EN OPERACION	0	
HORAS HOMBRE JORNADA (8 HORAS)	7	
TECNICOS JORNADA MTTTO (8 HORAS)	Teórico 0.9	Real 1

Fuente. El Autor.

Tabla 47. Plan de Mantenimiento Preventivo (4 meses) para llenadora TRIBLOC

<i>SISTEMA</i>	<i>SUBSISTEMA</i>	<i>Cód., Func.</i>	<i>Cód., FF</i>	<i>DESCRIPCIÓN TAREA</i>	<i>PERIODO (MES)</i>	<i>RECURSOS</i>	<i>TIEMPO (MIN)</i>	<i>MINUTOS HOMBRE</i>	<i>CONDICION MAQUINA</i>	<i>Cod. Tarea</i>
CAPSULADOR ROTATORIO	SISTEMA DE POSICIONAMIENTO PICK & PLACE	C7	1	Se REEMPLAZARAN rodamientos de Pick & Place, cada 4 meses	4	1	120	120	P	3

Fuente. El Autor.

Tabla 48. Resumen de Plan de Mantenimiento Preventivo (4 mees) llenadora TRIBLOC

NUMERO TOTAL DE TAREAS	1	
TAREAS CON MAQUINA PARADA	1	
TAREAS CON MAQUINA EN OPERACION	0	
HORAS HOMBRE JORNADA (8 HORAS)	2	
TECNICOS JORNADA MTTO (8 HORAS)	Teórico 0.3	Real 0

Fuente. El Autor.

Tabla 49. Plan de Mantenimiento Preventivo Semestral para llenadora TRIBLOC (1 de 2)

SISTEMA	SUBSISTEMA	Cód. Func.	Cód. FF	DESCRIPCIÓN TAREA	PERIODO (MES)	RECURSOS	TIEMPO (MIN)	MINUTOS HOMBRE	CONDICION MAQUINA	Cod. Tarea
ENJUAGADOR	SISTEMA DE VOLTEO DE BOTELLA	E3	1	SE cambiaran los bujes de este mecanismo TOTAL 160, cada 4000 horas	6	1	480	480	P	1
ENJUAGADOR	SISTEMA DE SOPORTE MECANICO (EJE, RODAMIENTOS & ENGRANAJE)	E5	1	Ya que este equipo opera a diferentes velocidades determinadas por el formato que esta produciendo, no es practico determinar las horas de trabajo equivalentes en todos los formatos para el cambio de este elemento, se revisaran con estetoscopio y analizador de vibraciones, cada	6	1	60	60	O	1
ENJUAGADOR	SISTEMA DE SOPORTE MECANICO (EJE, RODAMIENTOS & ENGRANAJE)	E5	2	Ya que este equipo opera a diferentes velocidades determinadas por el formato que esta produciendo, no es practico determinar las horas de trabajo equivalentes en todos los formatos para el cambio de este elemento, se revisaran con estetoscopio y analizador de vibraciones, cada 4000 horas	6	1	60	60	O	2
LLENADORA	SISTEMA DE DISTRIBUCION DE PRODUCTO (BEBIDA)	L2	1	Se cambiaran los rodamientos del distribuidor de liquido semestralmente.	6	1	240	240	P	1
LLENADORA	SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AIRE & CO2	L3	1	Se cambiaran los rodamientos del distribuidor de gas semestralmente.	6	2	120	240	P	1
LLENADORA	SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO	L4	1	Se desmontara la boya de contrapresion y se pesara, comprandola contra el pesor de referencia	6	1	60	60	P	1
LLENADORA	SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO	L4	1	Se inspeccionara el racor de ingreso de gas de contra-presion semestralmente	6	1	30	30	P	3
LLENADORA	SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO	L4	1	Se inspeccionara el tornillo de regulacion de altura de la boya de contrapresion semestralmente	6	2	30	60	P	4
LLENADORA	SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO	L4	2	Se desmontara la boya de descarga y se pesara, comprandola contra el peso de referencia	6	1	60	60	P	1
LLENADORA	SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO	L4	2	Se inspeccionara el racor de ingreso de gas de descarga semestralmente	6	1	30	30	P	3

Fuente. El Autor.

Tabla 50. Plan de Mantenimiento Preventivo Semestral para llenadora TRIBLOC (2 de 2)

LLENADORA	SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL TANQUE DE LLENADO	L4	2	Se inspeccionara el tornillo de regulacion de altura de la boya de descarga semestralmente	6	2	30	60	P	4
LLENADORA	SISTEMA DE ELEVACION Y SELLO DE LA BOTELLA.	L5	1	Se reemplazaran las (300) bujes del centrador de tulipa, semestralmente	6	2	240	480	P	3
LLENADORA	SISTEMA DE SOPORTE MECANICO (RODAMIENTO & ENGRANAJE)	L7	1	Ya que este equipo opera a diferentes velocidades determinadas por el formato que esta produciendo, no es practico determinar las horas de trabajo equivalentes en todos los formatos para el cambio de este elemento, se revisaran con estetoscopio y analizador de vibraciones, cada 4000 horas	6	1	60	60	O	1
LLENADORA	SISTEMA DE SOPORTE MECANICO (RODAMIENTO & ENGRANAJE)	L7	1	Ya que este equipo opera a diferentes velocidades determinadas por el formato que esta produciendo, no es practico determinar las horas de trabajo equivalentes en todos los formatos para el cambio de este elemento, se revisaran con estetoscopio y analizador de vibraciones, cada 4000 horas	6	1	60	60	O	2
CAPSULADOR ROTATORIO	SISTEMA DE SOPORTE MECANICO (RODAMIENTO & ENGRANAJE)	C8	1	Ya que este equipo opera a diferentes velocidades determinadas por el formato que esta produciendo, no es practico determinar las horas de trabajo equivalentes en todos los formatos para el cambio de este elemento, se revisaran con estetoscopio y analizador de vibraciones, cada 4000 horas	6	1	60	60	O	1
CAPSULADOR ROTATORIO	SISTEMA DE SOPORTE MECANICO (RODAMIENTO & ENGRANAJE)	C8	1	Ya que este equipo opera a diferentes velocidades determinadas por el formato que esta produciendo, no es practico determinar las horas de trabajo equivalentes en todos los formatos para el cambio de este elemento, se revisaran con estetoscopio y analizador de vibraciones, cada 4000 horas	6	1	60	60	O	2
SISTEMA DE MANDO Y CONTROL	CONSOLA DE MANDO	SMC1	1	Se reemplazaran los conectores PROFIBUS cada 4000 horas.	6	1	120	120	P	1
SISTEMA DE MANDO Y CONTROL	TABLERO PRINCIPAL	SMC 3	1	Se reemplazaran los conectores PROFIBUS cada 4000 horas.	6	1	120	120	P	1
SISTEMA DE MANDO Y CONTROL	TABLERO PRINCIPAL	SMC 3	3	Se limpie semestralmente el tablero principal	6	2	480	960	P	1

Fuente. El Autor.

Tabla 51. Resumen de Plan de Mantenimiento Preventivo Semestral llenadora TRIBLOC

NUMERO TOTAL DE TAREAS	14	
TAREAS CON MAQUINA PARADA	14	
TAREAS CON MAQUINA EN OPERACION	0	
HORAS HOMBRE JORNADA (8 HORAS)	57	
TECNICOS JORNADA MTTTO (8 HORAS)	Teórico 7.1	Real 7

Fuente. El Autor.

Tabla 52. Plan de Mantenimiento Preventivo Anual para llenadora TRIBLOC

SISTEMA	SUBSISTEMA	Cód.. Func.	Cód.. FF	DESCRIPCIÓN TAREA	PERIODO (MES)	RECURSOS	TIEMPO (MIN)	MINUTOS HOMBRE	CONDICION MAQUINA	RECURSOS PARADA	Cod. Tarea
ENJUAGADOR	BASE DE MAQUINA	E6	1	Ya que este equipo opera a diferentes velocidades determinadas por el formato que esta produciendo, no es practico determinar las horas de trabajo equivalentes en	12	1	60	60	O	0	1
LLENADORA	BASE DE MAQUINA	L8	1	Se revisara la integridad de la estructura anualmente	12	1	60	60	O	0	1
CAPSULADOR ROTATORIO	BASE DE MAQUINA	C9	1	Se revisara la integridad de la estructura anualmente	12	1	60	60	P	60	1
SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	SISTEMA DE ENGRANAJES INTERMEDIOS	ST5	1	Se cambiarian los rodamientos de los ejes de los engranajes intermedios cada 8000 horas anualmente	12	2	360	720	P	720	2
SISTEMA DE TRANSMISION MECANICO	EJES Y RODAMIENTOS DE ESTRELLAS	ST7	2	Se reemplazaran los rodamientos de los eje de esterllas anualmente	12	2	480	960	P	960	2

Fuente. El Autor.

Tabla 53. Resumen de Plan de Mantenimiento Preventivo Anual llenadora TRIBLOC

NUMERO TOTAL DE TAREAS	5	
TAREAS CON MAQUINA PARADA	3	
TAREAS CON MAQUINA EN OPERACION	2	
HORAS HOMBRE JORNADA (9 HORAS)	29	
TECNICOS JORNADA MTTO (9 HORAS)	Teórico 3.6	Real 4

Fuente. El Autor.

Ya que se cuenta con los planes de mantenimiento divididos en periodos, es necesario planear para cada intervención los recursos necesarios para ejecutar la misma ya que los recursos de cada plan se deben sumar en los periodos que coinciden, para el desarrollo de este plan se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- i. Las jornadas de Mantenimiento son de 8 horas.
- ii. El número máximo de técnicos disponibles para asignar a la llenadora es de 5 por intervención.

Con base en la información del plan de cada periodo y los criterios anteriores se desarrolla el plan maestro de mantenimiento preventivo anual para la llenadora TRIBLOC.

Tabla 54. Plan Maestro de Mantenimiento Preventivo Anual para llenadora TRIBLOC

	MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PLAN MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MENSUAL	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
	BIMESTRAL	0,0	3,8	0,0	3,8	0,0	3,8	0,0	3,8	0,0	3,8	0,0	3,8
	TRIMESTRAL	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,9
	4 MESES	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3
	SEMESTRAL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1
	ANUAL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
RECURSOS	TOTAL TEORICO TECNICOS	2,6	6,4	3,5	6,7	2,6	14,4	2,6	6,7	3,5	6,4	2,6	18,3
	TOTAL REAL	3,0	7,0	4,0	7,0	3,0	15,0	3,0	7,0	4,0	7,0	3,0	18,0
	JORNADAS (8 HORAS)	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	4

Fuente. El Autor.

10. REPUESTOS CRITICOS PARA MAQUINA LLENADORA TRIBLOC

Con el fin de garantizar la ejecución de los planes de Mantenimiento se requiere implementar un sistema de reposición de repuestos que brinde soporte al área de mantenimiento.

Para la implementación de este sistema se tomaran en cuenta las siguientes variables:

Tiempo de aprovisionamiento (t_a): Este es el tiempo que transcurre desde la solicitud de una refacción hasta el ingreso de la misma al almacén de repuestos.

Cantidad Máxima (Q_{max}): Corresponde a la cantidad máxima de una referencia existente en el almacén de repuestos.

Cantidad Mínima (Q_{min}): Esta corresponde a la menor cantidad de una referencia que debe permanecer en el almacén, se debe establecer con base en el Tiempo de aprovisionamiento.

Cantidad de Reorden (Q_r): Es el nivel de inventario de una referencia en el que se debe solicitar un repuesto para su reposición.

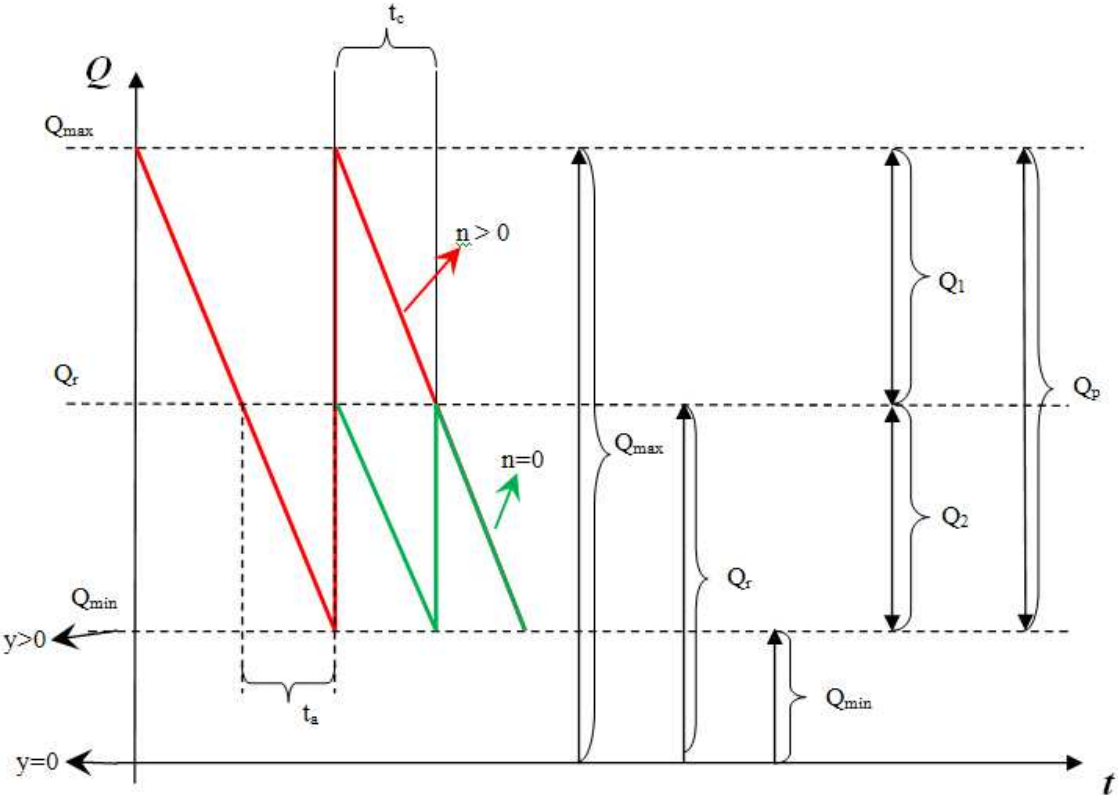
Tiempo de Consumo (t_c): Es el tiempo que transcurre a partir de que se cuenta con la cantidad de máxima de la referencia en inventario hasta el instante en que el inventario ha disminuido al punto de reorden.

Cantidad promedio de consumo anual (q): Corresponde al consumo de una referencia de un repuesto durante un año.

Numero de periodos (n): Este es el número de periodos (t_a), que se establece para que el inventario disminuya de (Q_{max}) a (Q_r).

Fracción de Periodo (y): Este parámetro corresponde a una fracción del tiempo de abastecimiento que se establece como nivel de seguridad para la cantidad mínima.

Figura 98. Dinámica de Inventario de Repuestos



Fuente. El Autor.

Con base en la dinámica del inventario de una referencia de un repuesto determinado en el almacén de refacciones se deducirán las ecuaciones que determinan la gestión de estos repuestos.

$$(1), Q_1 = Q_{\max} - Q_r = q \cdot t_c; Q_{\max} = q \cdot t_c + Q_r$$

$$(2), Q_2 = Q_r - Q_{\min} = q \cdot t_a$$

$$(3), Q_{\min} = Q_r - q \cdot t_a$$

$$(4), Q_p = Q_{\max} - Q_{\min}$$

$$(5), t_c = n \cdot t_a$$

$$De(1)(3) \& (4), Q_p = (q \cdot t_c + Q_r) - (Q_r - q \cdot t_a)$$

$$(6), Q_p = (q \cdot n \cdot t_a + Q_r) - (Q_r - q \cdot t_a) = q \cdot t_a \cdot (n + 1)$$

$$Q_p = q \cdot t_a \cdot (n + 1)$$

La cantidad de Pedido (Q_p) depende del consumo de una referencia determinada durante (1 año), el tiempo de abastecimiento y el número de periodos para determinar la cantidad máxima.

La cantidad mínima de una referencia se establece como un nivel de seguridad que depende igualmente del tiempo de abastecimiento (t_a).

$$(7), Q_{\min} = q \cdot t_a \cdot y$$

$$De(4), Q_{\max} = Q_p + Q_{\min}$$

$$\Rightarrow Q_{\max} = q \cdot t_a \cdot (n + 1) + q \cdot t_a \cdot y$$

$$Q_{\max} = q \cdot t_a \cdot (n + y + 1)$$

Determinación del punto de reorden (Q_r).

$$De(2) \& (7), Q_r = q \cdot t_a + Q_{\min}$$

$$\Rightarrow Q_r = q \cdot t_a + q \cdot t_a \cdot y$$

$$Q_r = q \cdot t_a \cdot (1 + y)$$

Resumen de ecuaciones:

$$Q_{\min} = q \cdot t_a \cdot y$$

$$Q_r = q \cdot t_a \cdot (1 + y)$$

$$Q_{\max} = q \cdot t_a \cdot (n + y + 1)$$

$$Q_p = q \cdot t_a \cdot (n + 1)$$

Con el fin de obtener bajos inventarios se seleccionan los parámetros:

(t_a), El tiempo de abastecimiento corresponde a tres meses.

($n=0$), Con esta selección la cantidad máxima de una referencia es igual a la cantidad reorden ($Q_{\max} = Q_r$).

($y=0.2$), Este parámetro corresponde al 20% del tiempo de abastecimiento en este caso es de 18 días.

Los consumos promedio corresponden a las (4) llenadoras TRIBLOC instaladas en AJECOLOMBIA en las líneas 01, 02, 03 y 06.

Para este análisis se obtienen 182 repuestos que hacen parte del plan de mantenimiento preventivo para la llenadora TRIBLOC.

Tabla 55. Máximos y Mínimos repuestos llenadora TRIBLOC (1 de 6)

ITEM	DESCRIPCIÓN	LINEAS	REFERENCIA CATÁLOGO	PROMEDIO CONSUMO ÚLTIMO AÑO MESAL	PROMEDIO CONSUMO ÚLTIMO AÑO LOCAL	PROMEDIO CONSUMO ÚLTIMO AÑO	Q MIN	Q MAX	Q REGR	Q PED	DESCRIPCIÓN MAQUINA
1	GUIA LATERAL DESLIZANTE; COD:14300162139; LLENADORA MESAL; LOCAL; RPO MEC J036	L01.L02 L03.L06	14300162139	0	1536	1536	77	461	461	384	CONJUNTO DEL PISTON ELEVADOR
2	GUIA LATERAL DESLIZANTE; COD:14300162139; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J036	L01.L02 L03.L06	14300162139	0	0	0	0	0	0	0	
3	EMPAQUE VERDE DI 28 X DE. 36.3 X AL. 8.2 MM COD:8600104043; LLENADORA MESAL; LOCAL; RPO MEC J036	L01.L02 L03.L06	8600104043	0	720	720	36	216	216	180	
4	CASQUILLO INTERNO DEL PISTÓN; COD:PA-IA-011; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J036	L01.L02 L03.L06	PA-IA-011	50	0	50	3	15	15	13	
5	ANILLO O-RING 2136 NBR Ø150,47 X # 2.62; COD:100003999; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J036	L01.L02 L03.L06	100000399	192	0	192	10	58	58	48	
6	ROLDANA DEL PISTÓN; COD:PA-IA-006; LLENADORA MESAL; LOCAL; RPO MEC J036	L01.L02 L03.L06	PA-IA-006	0	0	0	0	0	0	0	
7	ROLDANA DEL PISTÓN; COD:PA-IA-006; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J036	L01.L02 L03.L06	PA-IA-006	408	0	408	20	122	122	102	
8	EMPAQUE ROJO DI. 28 X DE. 45 X AL. 9MM; COD:14100160281; LLENADORA MESAL; LOCAL; RPO MEC J036	L01.L02 L03.L06	14100160281	0	912	912	46	274	274	228	
9	JUNTA INFERIOR PISTÓN BOM-013; COD:13900158030; LLENADORA MESAL; LOCAL; RPO MEC J036	L01.L02 L03.L06	13900158030	144	0	144	7	43	43	36	
10	ANILLO O-RING 2215 NBR Ø126,57 X # 3,53; COD:100000641; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J036	L01.L02 L03.L06	100000641	192	0	192	10	58	58	48	
11	ARANDELA INFERIOR DE LA JUNTA INTERNA DEL PISTÓN; COD: PA-IA-009; LLENADORA MESAL; LOCAL; RPO MEC J036	L01.L02 L03.L06	PA-IA-009	36	0	36	2	11	11	9	
12	ARANDELA DE FUOCION DEL PISTON; COD:PA-IA-012; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J036	L01.L02 L03.L06	PA-IA-012	108	0	108	5	32	32	27	
13	EMPAQUE FIN DEL PISTON ELEVADOR; COD: BOM-014; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J036	L01.L02 L03.L06	BOM-014	408	0	408	20	122	122	102	
14	TORN HENDIDURA C/C CHATO INOX M5 X 10 COD:9700115021; LLENADORA MESAL; LOCAL; RPO MEC J036	L01.L02 L03.L06	9700115021	0	720	720	36	216	216	180	
15	PERNO O EJE DE LA HORQUILLA DEL TUMBADOR DE FRASCOS; COD:TMB-003; LLENADORA MESAL; LOCAL; RPO MEC J038	L01.L02 L03.L06	TMB-003	0	288	288	14	86	86	72	CONJUNTO DEL RINSE
16	PINZA DEL RINSE; COD:14300162009; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J038	L01.L02 L03.L06	14300162009	2016	0	2016	101	605	605	504	
17	GUIA PINZA DE RINSE O TUMBADOR; COD:A-PIM-015; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J038	L01.L02 L03	A-PIM-015	192	0	192	10	58	58	48	
18	GUIA PINZA DE RINSE O TUMBADOR; COD:A-PIM-015; LLENADORA MESAL; LOCAL; RPO MEC J040	L01.L02 L03	A-PIM-015	0	912	912	46	274	274	228	
19	CASQUILLO DE LA ARTICULACIÓN DEL TUMBADOR; COD:TMB-008; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J038	L01.L02 L03.L06	TMB-008	336	0	336	17	101	101	84	
20	PERNO DE TRABA; COD:TMB-010; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J039	L01.L02 L03.L06	TMB-010	96	0	96	5	29	29	24	
21	RESORTE DE EL TUMBADOR; COD:14000159002; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J038	L01.L02 L03.L06	14000159002	96	0	96	5	29	29	24	
22	SOPORTE TUMBADOR; COD:TMB-006; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J038	L01.L02 L03.L06	TMB-006	144	0	144	7	43	43	36	
23	ARANDELA GUÍA DEL RESORTE DEL TUMBADOR; COD:TMB-004; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J038	L01.L02 L03.L06	TMB-004	48	0	48	2	14	14	12	
24	AGUJA DEL PICO INYECTOR; COD:TMB-007; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J038	L01.L02 L03.L06	TMB-007	36	0	36	2	11	11	9	
25	TAPÓN DE LA VÁLVULA; COD:VDE-001; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J039	L01.L02 L03.L06	VDE-001	36	0	36	2	11	11	9	
26	PERNO DE LA VÁLVULA; COD:VDE-002; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J039	L01.L02 L03.L06	VDE-002	36	0	36	2	11	11	9	
27	VÁLVULA DISTRIBUIDORA DE LÍQUIDO DEL ENJUAGUADOR; COD:VDE-003; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J039	L01.L02 L03.L06	VDE-003	36	0	36	2	11	11	9	
28	ASTA ACCIONADORA DEL RESORTE; COD:VDE-004; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J039	L01.L02 L03.L06	VDE-004	36	0	36	2	11	11	9	
29	BOM-006 JUNTA VÁLVULA ENJUAGUADOR; COD:13900158085; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J039	L01.L02 L03.L06	13900158085	36	0	36	2	11	11	9	
30	PERNO DEL ASTA ACCIONADORA DE LA VÁLVULA DEL ENJUAGUADOR; COD:VDE-005; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J039	L01.L02 L03.L06	VDE-005	36	0	36	2	11	11	9	
31	ANILLO O-RING 2105 NBR Ø136,3 X # 2.62; COD:100000139; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J039	L01.L02 L03.L06	100000139	72	0	72	4	22	22	18	
32	ANILLO O-RING 2013 NBR Ø110,82 X # 1,78; COD: 100000511; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J039	L01.L02 L03.L06	100000511	72	0	72	4	22	22	18	
33	RESORTE VÁLVULA DISTRIBUIDORA; COD:14000159071; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J039	L01.L02 L03.L06	14000159071	72	0	72	4	22	22	18	

Fuente. El Autor

Tabla 56. Máximos y Mínimos repuestos llenadora TRIBLOC (2 de 6)

34	PALANCA DE ACCIONADORA DE LOS PICOS O MARIPOSA; COD:AAB-01; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J069	L01,L02 L03,L06	AAB-01	408	0	408	20	122	122	102	CONJUNTO DEL ACCIONADOR DE LA ABERTURA DE LA VALVULA
35	COJINETE DE LA PALANCA DE ABERTURA DE LOS PICOS; COD: AAB-002; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J069	L01,L02 L03,L06	AAB-02	288	0	288	14	86	86	72	
36	COPA METALICA DE LA VALVULA MARIPOSA; COD: AAB-03; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J069	L01,L02 L03,L06	AAB-03	288	0	288	14	86	86	72	
37	CASQUILLO DE RESPALDO DE LA PALANCA DE ABERTURA; COD:AAB-05 LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J069	L01,L02 L03,L06	AAB-05	288	0	288	14	86	86	72	
38	PALANCA DE ABERTURA DE LOS PICOS; COD:AAB-06; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J069	L01,L02 L03,L06	AAB-06	408	0	408	20	122	122	102	
39	ANILLO O-RING 2119 NBR Ø123,47 X # 2,62; COD:100000276; LLENADORA MESAL; LOCAL; RPO MEC J069	L01,L02 L03,L06	100000276	408	0	408	20	122	122	102	
40	ANILLO O-RING 2112 NBR Ø112,37 X # 2,62; COD:100000207; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J069	L01,L02 L03,L06	100000207	288	0	288	14	86	86	72	
41	RESORTE DE LA COPA MCM-011; COD:14000159095; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J069	L01,L02 L03,L06	14000159095	144	0	144	7	43	43	36	
42	RESORTE DE AGUJA; COD:14000159019; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J046	L01,L02 L03,L06	14000159019	408	0	408	20	122	122	102	
43	AERO DIFUSOR; COD:14100160090; LLENADORA MESAL; LOCAL; RPO MEC J046	L01,L02 L03,L06	14100160090	0	2496	2496	125	749	749	624	
44	DISCO DE SELLO DE VALVULA EMPAQUE VASTAGO; COD:14100160113; LLENADORA MESAL; LOCAL; RPO MEC J046	L01,L02 L03,L06	14100160113	0	1440	1440	72	432	432	360	
45	GOMA DE AGUJA O EMPAQUE DE LA AGUJA; COD:14100160199; LLENADORA MESAL; LOCAL; RPO MEC J046	L01,L02 L03,L06	14100160199	0	1488	1488	74	446	446	372	
46	RESORTE DE SNIFT; COD:14000159033; LLENADORA MESAL; LOCAL; RPO MEC J046	L01,L02 L03,L06	14000159033	0	2016	2016	101	605	605	504	
47	RESORTE DE SNIFT; COD:14000159033; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J047	L01,L02 L03,L06	-	0	0	0	0	0	0	0	
48	GOMA DE SELLADO DEL SNIF BOR-011; COD:14100160175; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J046	L01,L02 L03,L06	14100160175	672	0	672	34	202	202	168	
49	TUBO DE GUIA DE LA VALVULA O VASTAGOS; COD:VRH-002; LLENADORA MESAL; LOCAL; RPO MEC J046	L01,L02 L03,L06	VRH-002	0	288	288	14	86	86	72	
50	TUBO DE GUIA DE LA VALVULA O VASTAGOS; COD:VRH-002; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J047	L01,L02 L03,L06	VRH-002	0	0	0	0	0	0	0	
51	RESORTE RETORNO DE LA VALVULA; COD:14000159026; LLENADORA MESAL; LOCAL; RPO MEC J046	L01,L02 L03,L06	14000159026	240	0	240	12	72	72	60	
52	AGUJA DEL PICO DE LLENADO; COD:VRH-013; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J046	L01,L02 L03,L06	VRH-013	288	0	288	14	86	86	72	
53	AGUJA DEL PICO DE LLENADO; COD:VRH-013; LLENADORA MESAL; LOCAL; RPO MEC J047	L01,L02 L03,L06	VRH-013	0	0	0	0	0	0	0	
54	TUBO EXTERNO DE LLENADO; COD:VRH-006; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J046	L01,L02 L03,L06	VRH-006	30	0	30	2	9	9	8	
55	CASQUILLO DE REFUERZO DE LA TUBERIA DE AIRE; COD:VRH-011; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J046	L01,L02 L03,L06	VRH-011	100	0	100	5	30	30	25	
56	PERNO ACCIONADOR DEL SNIF; COD:VRH-004; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J046	L01,L02 L03,L06	VRH-004	408	0	408	20	122	122	102	
57	ARANDELA DE VEDA DEL SNIF; COD:VRH-012; LLENADORA MESAL; LOCAL; RPO MEC J046	L01,L02 L03,L06	VRH-012	408	0	408	20	122	122	102	
58	GUIA DEL PERNO ACCIONADOR DEL SNIF; COD:VRH-010; LLENADORA MESAL; LOCAL; RPO MEC J046	L01,L02 L03,L06	VRH-010	0	408	408	20	122	122	102	
59	BASE INFERIOR DE LA VALVULA; COD:VRH-001; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J046	L01,L02 L03,L06	VRH-001	36	0	36	2	11	11	9	
60	ANILLO O-RING 2111 NBR Ø110,77 X # 2,62; COD:100000191; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J046	L01,L02 L03,L06	100000191	297,6	0	297,6	15	89	89	74	
61	ANILLO O-RING 2225 NBR Ø147,22 X # 3,53; COD:100000740; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J047	L01,L02 L03,L06	100000740	297,6	0	297,6	15	89	89	74	

Fuente. El Autor

Tabla 57. Máximos y Mínimos repuestos llenadora TRIBLOC (3 de 6)

62	EJE SEGUIDOR DE LEVA DE LOS PISTONES ROSCADORES; LLENADORA MESAL L1,L2,L3; LOCAL: RPO MEC	L01,L02 L03,L05	EJE	0	40	40	2	12	12	10	CONJUNTO DEL PISTON ROSCADOR	
63	ARANDA DE RESPALDO DEL RESORTE; COD:PDR-013; LLENADORA MESAL; LOCAL: RPO MEC J065	L01,L02 L03,L05,L06	PDR-013	0	384	384	19	115	115	96		
64	RODAMIENTO SEGUIDOR DE LEVA; REF MCGILL; CYS 114; LLENADORA MESAL L1,L2,L3; LOCAL: RPO MEC	L01,L02 L03	CYR 114	0	60	60	3	18	18	15		
65	ANTIGUROS; LLENADORA MESAL L3 Y L6; LOCAL: RPO MEC J065	L03,L06	-	0	150	150	8	45	45	38		
66	ANTIGUROS; LLENADORA MESAL L1; LOCAL: RPO MEC J065	L01	-	0	30	30	2	9	9	8		
67	ANTIGUROS; LLENADORA MESAL L2; LOCAL: RPO MEC J065	L02	-	0	200	200	10	60	60	50		
68	EJE PISTON DEL CAPSULADOR; COD:PDR1-001; LLENADORA MESAL; ORIGINAL: RPO MEC J065	L01,L02 L03	PDR1-001	0	0	0	0	0	0	0		
69	EJE PISTON DEL CAPSULADOR; COD:PDR1-001; LLENADORA MESAL; LOCAL: RPO MEC J067	L01,L02 L03	PDR1-001	0	40	40	2	12	12	10		
70	RESORTE CARGA VERTICAL; MOM-006; COD:14000159057; LLENADORA MESAL; ORIGINAL: RPO MEC J065	L01,L02 L03,L05,L06	14000159057	240	0	240	12	72	72	60		
71	RODAMIENTO AXIAL S1106; COD:200004327; LLENADORA MESAL; LOCAL: RPO MEC J065	L01,L02 L03,L05,L06	200004327	0	192	192	10	58	58	48		
72	BOCAL CABEZAL ROSCADOR; COD: CBR 002; LLENADORA MESAL; ORIGINAL: RPO MEC J066	L01,L02 L03,L06	CBR-002	192	0	192	10	58	58	48	CONJUNTO DEL CABEZAL ROSCADOR	
73	PERNO EXTRACTOR DE TAPAS O VARILLA EXPLORADORA; COD:ES9-100-25A-281; LLENADORA MESAL; LOCAL: RPO MEC J066	L01,L02 L03,L06	E90-100-25A-281	0	297,6	297,6	15	89	89	74		
74	ANILLO O-RING 2218 NBR Ø131,34 X # 3,53; COD:10000672; LLENADORA MESAL; ORIGINAL: RPO MEC J066	L01,L02 L03,L06	100000672	192	0	192	10	58	58	48		
75	ESFERA BOCAL 4,75MM; COD:11000128070; LLENADORA MESAL; ORIGINAL: RPO MEC J066	L01,L02 L03,L06	11000128070	297,6	0	297,6	15	89	89	74		
76	RESORTE DEL BOCAL; MOM-013; COD:14000159125; LLENADORA MESAL; ORIGINAL: RPO MEC J065	L01,L02 L03,L06	14000159125	192	0	192	10	58	58	48		
77	MOM-010; COD:14000159088; LLENADORA MESAL; LOCAL: RPO MEC J066	L01,L02 L03,L06	14000159088	0	192	192	10	58	58	48		
78	ANILLO O-RING 2036 NBR Ø156,87 X # 1,78; COD:100001013; LLENADORA MESAL; ORIGINAL: RPO MEC J066	L01,L02 L03,L06	1000001013	192	0	192	10	58	58	48		
79	RODAMIENTO 6205 2RS SKF -PLINEA; COD:200005430; LLENADORA MESAL; LOCAL: RPO MEC J066	L01,L02 L03,L06	200005430	0	297,6	297,6	15	89	89	74		
80	EJE PRINCIPAL DEL CABEZAL; COD:CBR 008; LLENADORA MESAL; ORIGINAL: RPO MEC J066	L01,L02 L03,L06	CBR-008	50	0	50	3	15	15	13		
81	TUERCA DE APRIETO DEL EJE; COD:CBR-013; LLENADORA MESAL; ORIGINAL: RPO MEC J066	L01,L02 L03,L06	CBR-013	20	0	20	1	6	6	5		
82	PORTA RODAMIENTO; COD:CBR-006; LLENADORA MESAL; LOCAL: RPO MEC J066	L01,L02 L03,L07	CBR-006	0	20	20	1	6	6	5	TOLVA DE TAPAS	
83	ANILLO O-RING 2219 NBR Ø125,38 X # 3,53; COD:10000627; LLENADORA MESAL; ORIGINAL: RPO MEC J066	L01,L02 L03,L06	100000627	120	0	120	6	36	36	30		
84	CORREA VERDE CAPSULADOR MAYOR; COD:21782; LLENADORA MESAL; ORIGINAL: RPO MEC J066	L01,L02 L03,L06	21782	15	0	15	1	5	5	4		
85	CORREA VERDE CAPSULADOR MENOR; COD:21718; LLENADORA MESAL; ORIGINAL: RPO MEC J066	L01,L02 L03,L06	21718	15	0	15	1	5	5	4		
86	CILINDRO DE DOBLE EFECTO; COD:19189 10 BAR-145PSI; LLENADORA MESAL; ORIGINAL: RPO MEC J066	L01,L02 L03,L06	19189	0	20	20	1	6	6	5		
87	ANILLO O-RING 2116 NBR Ø118,72 X # 2,62; COD:10000245; LLENADORA MESAL; ORIGINAL: RPO MEC J066	L01,L02 L03,L06	100000245	192	0	192	10	58	58	48		
88	ROLDAN DE LA TULPA; COD:TCA1-006; LLENADORA MESAL; ORIGINAL: RPO MEC J066	L01,L02 L03,L06	TCA1-006	192	0	192	10	58	58	48		
89	SOPORTE DE LA TULPA; COD:TCA1-001; LLENADORA MESAL; ORIGINAL: RPO MEC J066	L01,L02 L03,L06	TCA1-001	0	0	0	0	0	0	0		
90	SOPORTE DE LA TULPA; COD:TCA1-001; LLENADORA MESAL; LOCAL: RPO MEC J069	L01,L02 L03,L06	TCA1-001	0	100	100	5	30	30	25		
91	CASQUILLO DE LA BASE GUA DE LA TULPA; COD:TCA1-003; LLENADORA MESAL; LOCAL: RPO MEC J069	L01,L02 L03,L06	TCA1-003	0	393,6	393,6	20	118	118	98		
92	CASQUILLO DEL GUA SUPERIOR DE LA ASTA MAYOR DE LA TULPA; COD:TCA1-002; LLENADORA MESAL; LOCAL: RPO MEC J069	L01,L02 L03,L06	TCA1-002	0	192	192	10	58	58	48		
93	COPA DE LA TULPA; COD:TCA-003; LLENADORA MESAL; ORIGINAL: RPO MEC J069	L01,L02 L03	TCA-003	396	0	396	20	119	119	99	CENTRADOR DE BOTELLAS	
94	COPA DE LA TULPA; COD:TCA-003; LLENADORA MESAL; LOCAL: RPO MEC J069	L01,L02 L03	TCA-003	0	100	100	5	30	30	25		
95	TERMINAL DE LA TULPA; COD:TCA-004; LLENADORA MESAL; ORIGINAL: RPO MEC J069	L01,L02 L03	TCA-004	100	0	100	5	30	30	25		
96	TERMINAL DE LA TULPA; COD:TCA-004; LLENADORA MESAL; LOCAL: RPO MEC J069	L01,L02 L03	TCA-004	0	50	50	3	15	15	13		
97	BOR-014 NBR Ø34,048.018 (GOMA TULPA); COD:14100160137; LLENADORA MESAL; ORIGINAL: RPO MEC J068	L01,L02 L03,L06	14100160137	1536	0	1536	77	461	461	384		
98	ANILLO O-RING 2224 NBR Ø144,04 X # 3,53(TULPA); COD:100000733; LLENADORA MESAL; LOCAL: RPO MEC J068	L01,L02 L03,L06	100000733	0	768	768	38	230	230	192		
99	ANILLO O-RING 2224 NBR Ø144,04 X # 3,53(TULPA); COD:100000733; LLENADORA MESAL; ORIGINAL: RPO MEC J069	L01,L02 L03,L06	100000733	0	0	0	0	0	0	0		
100	EMPAQUE SELLO DE LA BOYA BOM-024; COD:13900158276; LLENADORA MESAL; ORIGINAL: RPO MEC J079	L01,L02 L03,L06	13900158276	15	0	15	1	5	5	4		
101	BOYA ESFERICA NOX 096; COD:11000128151; LLENADORA MESAL; ORIGINAL: RPO MEC J079	L01,L02 L03,L06	11000128151	5	0	5	0	2	2	1		CONJUNTO DE LA BOYA CONTRAPRESION
102	ANILLO O-RING 2353 NBR Ø1126,37 X # 5,33; COD:100000979; LLENADORA MESAL; ORIGINAL: RPO MEC J079	L01,L02 L03,L06	100000979	8	0	8	0	2	2	2		
103	SENSOR MECANICO DE LAS BOTAS; COD:BCP-003; LLENADORA MESAL; ORIGINAL: RPO MEC J079	L01,L02 L03,L06	BCP-003	5	0	5	0	2	2	1		

Fuente. El Autor

Tabla 58. Máximos y Mínimos repuestos llenadora TRIBLOC (4 de 6)

104	ARANDELA INTERNA DEL DISTRIBUIDOR DE LÍQUIDO DEL ENJUAGADOR; COD:DLX1-05; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J034	L01,L02 L03	DLX1-05	8	0	8	0	2	2	2	CONJUNTO DISTRIBUIDOR DE LÍQUIDO
105	ANILLO O-RING 2326 NBR Ø140,64 X # 5,33; COD:100000948; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J034	L01,L02 L03	100000948	8	0	8	0	2	2	2	
106	ANILLO ELÁSTICO P/AGUJERO Ø62; COD:740091072; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J034	L01,L02 L03	7400091072	8	0	8	0	2	2	2	
107	ANILLO ELÁSTICO P/EJE Ø40; COD:7500092160; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J034	L01,L02 L03	7500092160	10	0	10	1	3	3	3	
108	CUADRIORING 840 NBR Ø97,5 X ØE47,7 X # 5,4; COD:8700105032; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J034	L01,L02 L03	8700105032	32	0	32	2	10	10	8	
109	ANILLO ELÁSTICO DE NYLON DEL DISTRIBUIDOR DE LÍQUIDO; COD:DLE3-004; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J047	L01,L02 L03	DLE3-004	16	0	16	1	5	5	4	
110	ANILLO INFERIOR DE VEDA DEL DISTRIBUIDOR DE LÍQUIDO; COD:DLE3-005; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J047	L01,L02 L03	DLE3-005	32	0	32	2	10	10	8	
111	ANILLO INTERNO SUPERIOR DE VEDA DEL DISTRIBUIDOR DE LÍQUIDO; COD:DLE3-006; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J047	L01,L02 L03	DLE3-006	32	0	32	2	10	10	8	
112	ANILLO ELÁSTICO DEL DISTRIBUIDOR DE LÍQUIDO; COD:DLE3-007; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J047	L01,L02 L03	DLE3-007	32	0	32	2	10	10	8	
113	ANILLO O-RING 2248 NBR Ø120,24 X # 3,53; COD:100001273; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J047	L01,L02 L03	100001273	16	0	16	1	5	5	4	
114	ANILLO O-RING 2262 NBR Ø177,39 X #3,53; COD:100001372; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J047	L01,L02 L03	100001372	16	0	16	1	5	5	4	
115	RODAMIENTO 6213 2RS; COD:200005225; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J047	L01,L02 L03	200005225	0	16	16	1	5	5	4	
116	RODAMIENTO 6022 ZZ; COD:200004716; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J047	L01,L02 L03	200004716	0	16	16	1	5	5	4	
117	CUADRIORING 2463 VITON Ø103 X ØE113,68 X # 5,33; COD:8700105261; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J047	L01,L02 L03	8700105261	32	0	32	2	10	10	8	
118	CUADRIORING 2193 VITON Ø172,0 X ØE82,58 X # 5,25; COD:8700105049; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J047	L01,L02 L03	8700105049	32	0	32	2	10	10	8	
119	ANILLO O-RING 2237 NBR Ø185,32 X # 3,53; COD:100000863; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J047	L01,L02 L03	100000863	16	0	16	1	5	5	4	
120	ANILLO O-RING 2250 NBR Ø126,59 X # 3,53; COD:100001501; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J047	L01,L02 L03	100001501	16	0	16	1	5	5	4	
121	CUADRIORING 199 NBR Ø80 X ØE70 X # 6,0; COD:8700105001; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J048	L01,L02 L03	8700105001	96	0	96	5	29	29	24	CONJUNTO DISTRIBUIDOR DE AIRE
122	ANILLO O-RING 2231 NBR Ø166,27 X # 3,53; COD:100000801; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J048	L01,L02 L03	100000801	16	0	16	1	5	5	4	
123	ANILLO O-RING 2240 NBR Ø194,84 X # 3,53; COD:100000894; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J048	L01,L02 L03	100000894	16	0	16	1	5	5	4	
124	ANILLO ELÁSTICO DE NYLON INTERNO DEL DISTRIBUIDOR DE AIRE; COD:DAR1-006; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J048	L01,L02 L03	DAR1-006	96	0	96	5	29	29	24	
125	RODAMIENTO 6012 2RS; COD:200005133; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J048	L01,L02 L03	200005133	0	16	16	1	5	5	4	
126	RODAMIENTO 6210 2RS; COD:200005249; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J048	L01,L02 L03	200005249	0	16	16	1	5	5	4	
127	ANILLO VEDA INTERNO DEL CUERPO DISTRIBUIDOR DE AIRE; COD:DAR1-007; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J048	L01,L02 L03	DAR1-007	144	0	144	7	43	43	36	
128	RODAMIENTO W 6205 2RS SKF 1ª LINEA; COD:200005430; LLENADORA MESAL; LOCAL; RPO MEC J041	L01,L02 L03	200005430	0	48	48	2	14	14	12	PICK AND PLACE
129	RAMPAS DE ACCIONAMIENTO DEL SNIF; COD:E80-25IA-158; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J053	L01,L02 L03	E80-25IA-158	20	0	20	1	6	6	5	CONJUNTO ACCIONADOR DE SNIF
130	RAMPAS DE ACCIONAMIENTO DEL SNIF; COD:E80-25IA-158; LLENADORA MESAL; LOCAL; RPO MEC J054	L01,L02 L03	E80-25IA-158	0	20	20	1	6	6	5	
131	BATIENTE DEL CILINDRO NEUMÁTICO; COD:PTV2-002; LLENADORA MESAL; LOCAL; RPO MEC J067	L01,L02 L03	PTV2-002	0	24	24	1	7	7	6	CONJUNTO ABRIDOR DE VALVULAS
132	CILINDRO Ø110 D.32 DA-DA Ø047,060 Ø25; COD:11400132192; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC J067	L01,L02 L03	11400132192	0	4	4	0	1	1	1	

Fuente. El Autor

Tabla 59. Máximos y Mínimos repuestos llenadora TRIBLOC (5 de 6)

133	ANILLO ORING 2028 Ø1 34.65 #1.78; COD:10634; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC MIX-J004	L01.L02 L03.L06	10634	40	0	40	2	12	12	10	MIXER
134	ANILLO ORING 2124 Ø1 31.42 #2.62; COD:10661; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC MIX-J004	L01.L02 L03.L06	10661	42	0	42	2	13	13	11	
135	ANILLO ORING 2152 Ø1 82.22 #2.62; COD:10682; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC MIX-J004	L01.L02 L03.L06	10682	45	0	45	2	14	14	11	
136	ANILLO ORING 2155 Ø1 101.27 #2.62; COD:10685; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC MIX-J004	L01.L02 L03.L06	10685	40	0	40	2	12	12	10	
137	ANILLO ORING 2218 Ø1 31.34 #3.53; COD:10717; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC MIX-J004	L01.L02 L03.L06	10717	50	0	50	3	15	15	13	
138	REGULADOR DE FLUJO LATERAL DE APOYO MIX 70 X 9.7 X 46 X 40 X 132.2; COD:50815; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC MIX-J004	L01.L02 L03.L06	50815	10	0	10	1	3	3	3	
139	ANILLO ORING 2029 Ø1 37.82 #1.78; COD:10635; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC MIX-J006	L01.L02 L03.L06	10635	40	0	40	2	12	12	10	
140	ANILLO ORING 2118 Ø1 21.89 #2.62; COD:10655; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC MIX-J006	L01.L02 L03.L06	10655	36	0	36	2	11	11	9	
141	PISTON TENIENDO MIX DE APERTURA 46 X 22.4 X 138; COD:13004; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC MIX-J006	L01.L02 L03.L06	13004	42	0	42	2	13	13	11	
142	DIAPHRAGMA DE GOMA NBR SA A 70 65 155 OE # 3; COD:BOM-009; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC MIX-J010	L01.L02 L03.L06	BOM-009	25	0	25	1	8	8	6	
143	ACERO INOXIDABLE compresión del resorte HEL 304 X 32.5 X 11.4 X 120MM # 6; COD:MOM-027; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC MIX-J010	L01.L02 L03.L06	MOM-027	20	0	20	1	6	6	5	
144	ANILLO ORING 2213 Ø1 23.39 #3.53; COD:10712; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC MIX-J010	L01.L02 L03.L06	10712	20	0	20	1	6	6	5	
145	MICRO VÁLVULA NEUMÁTICA DEL MIXER; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC MIX-J010	L01.L02 L03.L05, L06	-	10	0	10	1	3	3	3	
146	AGUJA DE LA VÁLVULA NEUMÁTICA; COD:23862; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC MIX-J010	L01.L02 L03.L05, L06	23862	15	0	15	1	5	5	4	
147	RESORTE DE LA AGUJA DE LA VÁLVULA NEUMÁTICA; COD:11913; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC MIX-J010	L01.L02 L03.L05, L06	11913	15	0	15	1	5	5	4	
148	CONJUNTO REPARACIÓN VÁLVULA DIAFRAGMA (GOMA/RESORTE/ANILLO); COD:MX50-J011; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC	L01.L02 L03.L05, L06	MIX50-J011 / MIX50-J012	15	0	15	1	5	5	4	
149	CONJUNTO REPARACIÓN CILINDRO DEL DIAFRAGMA; COD: DVM1-MJ010; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC	L01.L02 L03.L05, L06	DVM1-MJ010	15	0	15	1	5	5	4	
150	ELASTOMERO ACOUPLE; COD: 11000128250; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC	L01.L02 L03.L06	11000128250	0	5	5	0	2	2	1	
151	RACOR RAPIDO OST-1/8 A 6; COD: 153046; ORIGINAL; RPO MEC	L01.L02 L03.L05, L06	153046	0	192	192	10	58	58	48	
152	RACOR RAPIDO OSL-1/2 A 12; COD:153054; ORIGINAL; RPO MEC	L01.L02 L03.L06	153054	0	80	80	4	24	24	20	
153	RACOR RAPIDO OSL-1/2 A 10; COD:190661; ORIGINAL; RPO MEC	L01.L02 L03.L06	190661	0	80	80	4	24	24	20	
154	RACOR RAPIDO OS-1/2 A 16; COD:153055; ORIGINAL; RPO MEC	L01.L02 L03.L06	153055	0	50	50	3	15	15	13	
155	ELECTROVALVULA MFH-5-1/4; COD: ORIGINAL; RPO MEC	L01.L02 L03.L06	-	0	20	20	1	6	6	5	
156	REG PRESION C/M LR-34-D-MAXI PZ; COD: 159626; ORIGINAL; RPO MEC	L01.L02 L03.L06	159626	0	20	20	1	6	6	5	
157	REG PRESION C/M LR-1-D-MAXI PZ; COD: 159627; ORIGINAL; RPO MEC	L01.L02 L03.L06	159627	0	20	20	1	6	6	5	
158	BOBINA MARCA DANFOSS; 220 VAC; COD: 018F6264-BF220BS	L01.L02 L03.L06	018F6264- BF220BS	0	50	50	3	15	15	13	
159	CUERPO DE VÁLVULA SOLENOIDE DANFOSS, 1/2"; COD: 032U1252	L01.L02 L03.L06	032U1252	0	20	20	1	6	6	5	
160	CUERPO DE VÁLVULA SOLENOIDE DANFOSS, 3/4"; COD: 032U1260	L01.L02 L03.L06	032U1260	0	20	20	1	6	6	5	
161	BOB. MAGNÉTICA MSFG-24DC/42AC; COD: 4527; ORIGINAL; RPO MEC	L01.L02 L03.L06	4527	0	20	20	1	6	6	5	
162	CILINDRO DOBLE DNC-50-50PPV-A; COD:163371; ORIGINAL; RPO MEC	L01.L02 L03.L06	163371	0	3	3	0	1	1	1	
163	CILINDRO DOBLE DNC-32-25PPV-A; COD:163305; ORIGINAL; RPO MEC	L01.L02 L03.L06	163305	0	3	3	0	1	1	1	
164	CILINDRO DOBLE DNC-50-50PPV-A "kit rep"; COD: 399197; ORIGINAL; RPO MEC	L01.L02 L03.L06	369197	0	7	7	0	2	2	2	
165	CILINDRO DOBLE DNC-32-25PPV-A "kit rep"; COD: 399195; ORIGINAL; RPO MEC	L01.L02 L03.L06	369195	0	7	7	0	2	2	2	
166	TUBO FLEXIBLE PUN-6X1 BL; COD:159664; ORIGINAL; RPO MEC	L01.L02 L03.L05, L06	159664	0	100	100	5	30	30	25	
167	CONECTOR POR EN OST-6; COD:153129; ORIGINAL; RPO MEC	L01.L02 L03.L06	153129	0	80	80	4	24	24	20	
168	TUBO FLEXIBLE PUN-8X1.25 BL; COD:159666; ORIGINAL; RPO MEC	L01.L02 L03.L05, L06	159666	0	120	120	6	36	36	30	
169	TUBO FLEXIBLE A PUN-10X1.5 BL; COD: 159668; ORIGINAL; RPO MEC	L01.L02 L03.L05, L06	159668	0	192	192	10	58	58	48	
170	TUBO FLEXIBLE A PUN-12X2 BL; COD:159670; ORIGINAL; RPO MEC	L01.L02 L03.L05, L06	159670	0	192	192	10	58	58	48	
171	TUBO FLEXIBLE A PUN-16X2.5 BL; COD:159672; ORIGINAL; RPO MEC	L01.L02 L03.L05, L06	159672	0	144	144	7	43	43	36	
172	UNID.MANT.C/MAN FRC-1/2-D-MID; COD:159590; ORIGINAL; RPO MEC	L01.L02 L03.L05, L06	159590	0	25	25	1	8	8	6	
173	FLTRO LF-1/2-D-MID; COD:159578; ORIGINAL; RPO MEC	L01.L02 L03.L06	159578	0	20	20	1	6	6	5	

Fuente. El Autor

Tabla 60. Máximos y Mínimos repuestos llenadora TRIBLOC (6 de 6)

174	SENSOR PNP A 24VDC; COD: E3ZD81; ORIGINAL; RPO ELEC	L01,L02 L03,L06	E3ZD81	0	12	12	1	4	4	3	ELECTRICO
175	MICRO FINAL DE CARRERA SIEMENS 35; COD: 3SE5-112-0CH82; ORIGINAL;RPO ELEC;	L01,L02 L03,L05, L06	3SE5-112-0CH82	0	20	20	1	6	6	5	
176	PULSADOR DE EMERGENCIA TIPO HONGO; COD: XB5BS542; ORIGINAL; RPO ELEC	L01,L02 L03,L05, L06	XB5BS542	0	20	20	1	6	6	5	
177	TRANSFORMADOR BIFASICO DE 600VA REF ENT.440V SAL.220-110-24V 60HZ	L01,L02 L03,L05, L06		0	10	10	1	3	3	3	
178	RELE TELEMECANIQUE COD.RXN21E11BD	L01,L02 L03,L05, L06	RXN21E11BD	0	15	15	1	5	5	4	
179	CONTROL DE NIVEL SIEMENS SIRIUS COD:3UG4501-1AW30 (2 A 200 KILOHMOS) RESISTENCIA DE SENSIBILIDAD DELAY	L01,L02 L03,L05, L06	3UG4501	0	10	10	1	3	3	3	
180	CONTROLADOR SHMADEN SR91 24VDC MA/RELE/RELE 2 ALARMAS 48X48 COD 00-9996	L01,L02 L03,L05, L06	SR91	0	8	8	0	2	2	2	
181	PANTALLA TOUCH; COD:6AV6642-0AA11-0AX0 SIEMENS; LLENADORA MESAL; RPO ELEC	L01,L02	6AV6642-0AA11-0AX0	0	3	3	0	1	1	1	
182	ESTRELLA SUPERIOR DEL TAPONADOR; COD:PPC1-001; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC	L01,L02,0 3	PPC1-001	5	0	5	0	2	2	1	ESTRELLAS PICK AND PLACE
183	ESTRELLA INFERIOR DEL TAPONADOR; COD:PPC1-002; LLENADORA MESAL; ORIGINAL; RPO MEC	L01,L02, L03	PPC1-002	5	0	5	0	2	2	1	

Fuente. El Autor

11. CONCLUSIONES

- El número de prioridad de riesgo NPR permitió clasificar los sistemas por criticidad a partir de la calificación de sus componentes críticos y los efectos de sus modos de falla, esta clasificación brinda herramientas acerca de prioridades de inversión en cuanto a rediseño de componentes y revisión de condiciones operacionales.
- Mediante el análisis de fallas funcionales y modos de falla se obtuvo la información necesaria para mantener la función de los sistemas que componen el equipo, con base en esta información se plantearon tareas efectivas y económicamente viables como medida para contrarrestar el modo de falla identificado, a esta tarea se asocio un periodo de ejecución.
- Mediante la conjugación de la información obtenida en el análisis de fallas funcionales y modos de falla fue posible obtener planes de mantenimiento preventivo para diferentes periodos, a su vez el resumen de estos planes permitió construir un plan maestro de mantenimiento preventivo con un alcance anual, este plan permitirá establecer junto con el departamento de producción los recursos necesarios para la ejecución de las tareas propuestas y la evaluación de la efectividad de las mismas.
- El plan maestro de mantenimiento para la llenadora TRIBLOC debe compararse con el plan maestro de mantenimiento para las demás maquinas de la línea tales como sopladora, etiquetadora, empacadora e incluso proyectos de mejora y/o ampliación, esto con el fin de optimizar los tiempos programados para mantenimientos mayores.
- El análisis de fallas funcionales y modos de falla permite identificar componentes que deben ser rediseñados por razones operacionales, de seguridad o de costo.
- El diseño del plan de mantenimiento preventivo debe contar con registros históricos del desempeño de los equipos o en su defecto con personal de

mantenimiento y operativo con la suficiente experiencia y disposición para identificar las necesidades de un plan efectivo.

BIBLIOGRAFIA

AJE, El planeta es grande, LA INTERNACIONALIZACION CON EL PRECIO JUSTO. 2010, 72 p, [en línea]. <<http://www.ajegroup.com/images/aje-tomo2-espanol.pdf>>. [citado en 15 de julio 2012]

AJE, Ganas de Trabajar, LA HISTORIA DE AJE. 2010. 50 p, [en línea]. <<http://www.ajegroup.com/images/aje-tomo1-espanol.pdf>>. [citado en 15 de julio 2012]

APUNTES DE CLASE de Mantenimiento, Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, p.1 [en línea] <[http://www.bdigital.unal.edu.co/794/3/163 - 2 Capi 1.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/794/3/163_-_2_Capi_1.pdf)> [citado en 15 de julio 2012]

ESPINOSA, Alfonso. Aumentando el Periodo para el punto “P”. 2012. 20 p. [en línea].<<http://ing.ugalca.cl/~fepinos/AUMENTANDO%20EL%20PERIODO%20PARA%20EL%20PUNTO%20EL%20PUNTO.pdf>>. [citado en 15 de julio 2012]

GONZALEZ BOHORQUEZ Carlos Ramon. APUNTES DE CLASE del Curso “Mantenimiento Preventivo” de la Especialización en Gerencia de Mantenimiento de la Universidad Industrial de Santander. Bogotá, Junio 18 de 2011.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Normas colombianas para la presentación de tesis y otros trabajos de grado. Quinta actualización. Santa de fe de Bogota D.C.:ICONTEC NTC 1486.

Mantenimiento Preventivo, 2010. 30 p, [en línea].
<[http://www.mantenimientoplanificado.com/j/%20guadalupe%20articulos/MANTENIMIENTO %20PREVENTIVO%20parte%201.pdf](http://www.mantenimientoplanificado.com/j/%20guadalupe%20articulos/MANTENIMIENTO%20PREVENTIVO%20parte%201.pdf)>

MOBLEY KEITH R. Maintenance Engineering Handbook 7th Edition. New York : Mc Graw Hill, 2008. 1244 p.

MESAL, Llenadora TRIBLOC E80-100-25IA3, Manual de Operación & Mantenimiento, Bento Gonçalves: MESAL, 2010. 299 p.

NASA, RCM GUIDE for Facilities and Collateral Equipment , 2008. 472 p. [en línea].
<<http://www.hq.nasa.gov/office/codej/codejx/Assets/Docs/NASARCMGuide.pdf> >