

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

“PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DE
MERMAS DEL MATERIAL DE EMPAQUE
PRIMARIO DEL PROCESO PRODUCTIVO
ENVASADO DE REFRESCOS
“GATORADE” 600 MILILITROS,
“TROPICAL” Y “KERNS” 3 LITROS, EN
LÍNEA 12, PLANTA REFRESCOS, CUARTO
TRIMESTRE DEL AÑO 2020”

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA
OPTAR POR GRADO DE “BACHILLERATO
EN INGENIERÍA INDUSTRIAL”.

SUSTENTANTE: MARIANELA SANTOS ARTAVIA.
TUTOR: ING. LUBIN CAMPOS UREÑA.

HEREDIA, SETIEMBRE, 2020.

DECLARACIÓN JURADA.

DECLARACIÓN JURADA

Yo Mariela Santos Artavia, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 111760407 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Propuesta para la reducción de mermas del material de empaque primario del proceso productivo envasado de refrescos "Gatorade" 600 mililitros, "Tropical" y "Keins" 3 litros, en línea 12, Planta Refrescos, cuarto trimestre del año 2020.

es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 11 días del mes de junio del año dos mil veintiuno.

 1-11760407
Firma del estudiante

CARTA DEL TUTOR.

CARTA DEL TUTOR

San José, 14 de junio de 2021

**Departamento de Registro
Carrera de Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana**

Estimados señores:

La estudiante Marianela Santos Artavia, cédula de identidad número 1-1176-0407, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "*Propuesta para la reducción de mermas del material de empaque primario del proceso productivo de envasado de refrescos "GATORADE" 600 Mililitros, "TROPICAL" y "KERNS" 3 Litros, en línea 12, planta refrescos, cuarto trimestre del año 2020*" el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	18%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	28%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	20%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	18%
	TOTAL		94%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,



**Ing. Lubín Campos Ureña
Cédula Identidad 1-499-389
Carné Colegio Profesional II-3108**

CARTA DEL LECTOR.

CARTA DE LECTOR

Heredia, 15 de julio de 2021

Universidad Hispanoamericana

Sede Heredia

Facultad de Ingeniería Industrial

Estimado señor

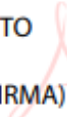
La estudiante **Marianela Santos Artavia**, cédula de identidad **111760407** me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado ***"PROPUESTAS PARA LA REDUCCIÓN DE MERMAS DEL MATERIAL DE EMPAQUE PRIMARIO DEL PROCESO PRODUCTIVO ENVASADO DE REFRESCOS "GATORADE" 600 MILILITROS, "TROPICAL" Y "KERNS" 3 LITROS, EN LÍNEA 12, PLANTA REFRESCOS, CUARTO TRIMESTRE DEL AÑO 2020 "***, el cual ha elaborado para obtener su grado de **Bachillerato en Ingeniería Industrial**.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atte.

Firma: OSCAR ALBERTO
CHAVARRIA
CALDERON (FIRMA)



Firmado digitalmente por
OSCAR ALBERTO CHAVARRIA
CALDERON (FIRMA)
Fecha: 2021.07.15 19:48:09
-06'00'

Nombre: Óscar Alberto Chavarría Calderón

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por darme la salud y permitirme culminar exitosamente mi carrera.

A mis padres quienes me han apoyado para llegar hasta esta etapa de mis estudios.

También lo dedico a mi hijo y las personas cercanas quienes me han motivado constantemente para nunca rendirme y finalizar este proceso.

INDICE DE CONTENIDOS.

1	CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	2
1.2	IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	5
1.2.1	PERFIL ORGANIZACIONAL.....	6
1.2.2	ORGANIGRAMA PLANTA REFRESCOS.....	8
1.2.3	DIAGRAMA SIPOC	9
1.2.4	PRODUCTOS ELABORADOS Y ENVASADOS EN PLANTA DE REFRESCOS.....	10
1.2.5	PROCESO PRODUCTIVO DE ELABORACIÓN DE BEBIDAS Y ENVASADO.....	11
1.2.5.1	Elaboración de bebidas.....	12
1.2.5.2	Proceso de envasado de bebidas.....	12
1.2.6	CLASIFICACIÓN DE MATERIALES DEL PROCESO PRODUCTIVO DE ELABORACIÓN Y ENVASADO DE REFRESCOS.....	13
1.2.6.1	Materia prima.....	13
1.2.6.2	Material de empaque primario.....	13
1.2.6.3	Material de empaque secundario.....	14
1.3	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.3.1	IDEA DEL PROBLEMA	14
1.3.2	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y ANTECEDENTES.....	16
1.3.3	JUSTIFICACIÓN	17
1.4	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.4.1	OBJETIVO GENERAL:.....	18
1.4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	18
1.5	ALCANCES Y LIMITACIONES.....	19
1.5.1	ALCANCES.....	19
1.5.2	LIMITACIONES	19

2	CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	20
2.1	MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA ..	21
2.1.1	INGIENERÍA INDUSTRIAL.....	21
2.1.2	MANUFACTURA ESBELTA (LEAN MANUFACTURING).....	21
2.2	MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO.....	22
2.2.1	PROCESO.....	22
2.2.2	CONTROL DEL PROCESO.....	22
2.2.3	SIPOC.....	22
2.2.4	DIAGRAMA DE PROCESOS.....	23
2.2.5	MEJORA CONTINUA.....	23
2.2.6	INDICADORES DE RENDIMIENTO (KPI).....	23
2.2.7	DIAGRAMA DE PARETO.....	24
2.2.8	DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	24
2.2.9	TÉCNICA DE LOS 5 ¿POR QUÉ?.....	25
2.3	EL MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO.....	26
2.3.1	MERMA.....	26
2.3.2	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.....	26
2.3.2.1	Objetivos de mejora basados en la metodología TPM.....	27
2.3.3	MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	28
2.3.4	MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	29
2.3.5	PROGRAMA DE 5S´.....	29
2.3.6	KAIZEN.....	29
2.3.7	GEMBA.....	30
2.3.8	ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS.....	30
2.3.9	SOP (standard operating procedure).....	30
2.3.10	OPL (One Point Lesson).....	30
2.3.11	LILA (Limpieza, inspección, lubricación y ajuste).....	31
2.3.12	PLAN DE CAPACITACIÓN.....	31

2.3.13	DIAGRAMA DE GANTT	31
2.4	ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES.....	32
3	CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	33
3.1	METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	34
3.1.1	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN PRODUCTIVA.....	34
3.1.2	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	34
3.2	METODOLOGÍA PARA LA MEDICION Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO.....	35
3.3	METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA.....	36
3.4	METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	37
3.5	METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS.....	38
4	CAPÍTULO IV: LÍNEA BASE Y ANALISIS DE CAUSAS.....	40
4.1	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	41
4.2	DESCRIPCIÓN DE PROCESO DE ENVASADO LÍNEA 12.....	42
4.2.1	SOPLADORA DE ENVASES	42
4.2.1.1	Función de la máquina “Sopladora de botellas”.....	43
4.2.1.2	Estadística del contador de la máquina sopladora.....	44
4.2.1.3	Función de la máquina “INSPECTORA DE PREFORMAS”	44
4.2.1.1	Estadística de “inspectora de preformas”	44
4.2.2	LLENADORA DE BOTELLAS	45
4.2.2.1	Diagrama de la Llenadora y la técnica de llenado Aséptico. 46	
4.2.2.2	Función de maquina “INSPECTORA DE TAPAS.”	46
4.2.2.3	Función de la máquina “INSPECTORA CHEKMAT.”.....	47
4.2.2.4	Estadística del contador de la máquina “Inspectora Chekmat”.....	47
4.2.3	CODIFICADOR (VÍDEO JET):.....	48

4.2.4	ETIQUETADORA:	48
4.2.5	EMPACADORA (VARIOPAC):	49
4.2.6	ENTARIMADO Y PALETIZADO	49
4.2.7	FUNCIONES OPERACIONALES DEL EQUIPO HUMANO DE LÍNEA DE ENVASADO NÚMERO 12	50
4.2.8	DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ENVASADO LÍNEA 12 51	
4.3	SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	52
4.3.1	COSTO POR EXCESO DE MERMA EN EMPAQUE PRIMARIO. 57	
4.3.1.1	COSTO POR TIPO DE MATERIAL.	58
4.3.2	MEDICIÓN DE LOS TIPOS DE MERMA POR PROCESO.	59
4.4	PÉRDIDAS DE MATERIAL OCASIONADAS EN EL PROCESO DE ENVASADO.	61
4.4.1	EL MATERIAL NO CUMPLE LAS ESPECIFICACIONES.	62
4.4.2	PÉRDIDAS POR AVERÍAS O FALLAS EN LAS MÁQUINAS. ..	62
4.4.3	PÉRDIDAS POR AJUSTES.	62
4.5	ANÁLISIS DE CAUSAS EN LA PROBLEMÁTICA DE EXCESO DE MERMA.	63
4.5.1	DIAGRAMA DE PARETO PÉRDIDAS EN LA LÍNEA 12.	64
4.5.1.1	Clasificación de pérdidas, según el indicador de producción. 66	
4.5.1.2	Estructura del indicador OPI.	69
4.6	IDENTIFICACIÓN DEL ORIGEN DE MERMA POR PROCESO OPERATIVO.	70
4.6.1	ANÁLISIS DE PÉRDIDAS EN PRODUCCIÓN POR PAROS PEQUEÑOS.	71
4.6.1.1	CLASIFICACIÓN DE LOS PAROS PEQUEÑOS PRESENTADOS EN LA LLENADORA.	72
4.7	MERMA EN TAPAS.	75
4.7.1	DIAGRAMA DE ISHIKAWA, FALLAS EN LLENADORA.	77

4.7.2	ANÁLISIS DE LOS 5 PORQUÉ DE LAS PRINCIPALES FALLAS PRESENTADAS EN LA MÁQUINA LLENADORA.	80
4.7.2.1	ACUMULACIÓN DE TAPAS.....	82
4.7.2.1.1	TAPAS ACUMULADAS EN EL RIEL DE ELEVACIÓN:..	82
4.7.2.1.2	ACUMULACIÓN DE TAPAS EN CARRIL DE INGRESO: 83	
4.7.2.1.3	ACUMULACIÓN DE TAPAS EN EL BAJANTE.	84
4.7.2.2	TAPA PEGADA EN EL BAJANTE	85
4.7.2.2.1	DESAJUSTE DE LA INSPECTORA DE TAPAS:.....	85
4.7.2.2.2	PISTONES DE EMPUJE DE TAPAS TRABADOS O CIERREN MAL.	85
4.7.2.3	BOTELLA CAÍDA EN LA SALIDA.....	86
4.7.2.3.1	DESAJUSTE DE GUÍAS DE SALIDA DE LLENADORA.	86
4.7.2.3.2	BOTELLAS CON DEFECTOS.....	86
4.7.2.4	TAPA PEGADA EN CABEZAL.	87
4.7.2.4.1	MAL RECHAZO DE LA INSPECTORA.	88
4.7.2.4.2	ESTRELLAS DE INSPECTORA DE TAPAS DESGASTADAS.	88
4.7.3	RESUMEN DE RESTAURACIÓN DE CONDICIONES BÁSICAS DE MÁQUINA LLENADORA DE BOTELLAS.....	88
4.8	MERMA DE PREFORMAS.....	89
4.8.1	DETERMINACIÓN DE LAS CAUSAS QUE GENERAN MERMA DE PREFORMAS.....	90
4.8.2	CLASIFICACIÓN DE PAROS PEQUEÑOS PRESENTADOS EN LA MÁQUINA SOPLADORA.	93
4.8.3	DIAGRAMA DE ISHIKAWA, FALLAS SOPLADORA.	95
4.8.4	ANÁLISIS DE LOS 5 PORQUÉ DE LAS PRINCIPALES FALLAS PRESENTADAS EN LA MÁQUINA SOPLADORA DE BOTELLAS.	99
4.8.4.1	BOTELLA O PREFORMA PEGADA EN EL MOLDE.....	100
4.8.4.1.1	MAL AJUSTE DE LAS PINZAS	100
4.8.4.1.2	ALTA TEMPERATURA DEL MOLDE	101
4.8.4.2	AJUSTES DE LAS PINZAS	102

4.8.4.3	PREFORMA ATASCADA EN LA TOLVA	102
4.8.4.4	AJUSTE EN SENSORES DE RUEDA.....	103
4.8.5	RESUMEN DE RESTAURACIÓN DE CONDICIONES BÁSICAS EN MÁQUINA SOPLADORA DE BOTELLAS.	104
4.9	MERMA DE ETIQUETAS:	106
4.9.1	ANÁLISIS DE PAROS PEQUEÑOS DE ETIQUETADORA	107
4.9.1.1	FALLA DE AJUSTE DEL SENSOR DE REGISTRO DE ETIQUETAS.....	107
4.9.1.2	AJUSTE DE EMPALME.....	108
4.9.1.3	ETIQUETAS PEGADAS EN EL RODILLO DE ENGOMADO. 108	
4.9.2	ANALISIS DE LA INFORMACIÓN DE LOS REGISTROS DE CONSUMO DE ETIQUETAS.....	108
4.9.3	ANALISIS DE RESULTADOS DE MERMA DE ETIQUETAS..	110
4.10	CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO	112
5	CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN	113
5.1	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	114
5.2	PROPUESTA DE MEJORA # 1: CAPACITACIÓN DEL PERSONAL OPERATIVO Y DE MANTENIMIENTO DE LAS MÁQUINAS LLENADORA Y SOPLADORA L-12.....	114
5.3	PROPUESTA DE MEJORA # 2: ACTUALIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DE LIMPIEZA, INSPECCIÓN, LUBRICACIÓN Y AJUSTE DE MÁQUINAS LLENADORA Y SOPLADORA DE BOTELLAS DE LÍNEA 12.	117
5.3.1	GENERALIDADES DEL PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA, INSPECCIÓN, LUBRICACIÓN Y AJUSTE (LILA).	119
5.3.1.1	Paso 1: Limpieza inicial	119
5.3.1.2	Paso 2: Inspección.....	119
5.3.1.3	Paso 3: Identificación y reporte de anomalías.	120
5.3.2	REGISTRO DE LIMPIEZA, INSPECCIÓN, LUBRICACIÓN Y AJUSTE (LILA) LLENADORA.	122
5.3.2.1	ACTIVIDADES DE LIMPIEZA.....	123

5.3.2.2	ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN.....	124
5.3.2.3	ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN ENFOCADAS EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	125
5.3.3	REGISTRO DE LIMPIEZA, INSPECCIÓN, LUBRICACIÓN Y AJUSTE (LILA) SOPLADORA.....	126
5.3.3.1	ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN INCLUIDAS EN REGISTRO LILA.....	126
5.3.3.2	ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN MODIFICADAS EN LILA. 127	
5.3.3.3	ACTIVIDADES DE LUBRICACIÓN INCLUIDAS EN LILA.	128
5.3.4	RESULTADOS DE IMPLEMENTACIÓN DE LOS REGISTROS LILA MODIFICADOS.....	129
5.4	PROPUESTA # 3, ESTANDARIZACIÓN DE INFORMACIÓN PARA ENTREGA DE TURNO.....	131
5.5	PROPUESTA # 4, CREACIÓN DE PROCEDIMIENTO “SOP” PARA AJUSTE DE PINZAS DE MÁQUINA SOPLADORA Y CONFECCIÓN DE CALIBRADOR PARA REVISIÓN DE PINZAS (PASA/NO PASA).....	133
5.6	PROPUESTA # 5, CREACIÓN DE OPL PARA AJUSTE DE SENSOR LECTOR DE ETIQUETAS.....	136
5.6	PROPUESTA # 6, CAMBIO DE CORES DE LOS ROLLOS DE ETIQUETA.....	137
5.7	COSTO VRS BENEFICIO DE LA PROPUESTA	139
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	140
6.1	CONCLUSIONES.....	141
6.2	RECOMENDACIONES	142

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Merma de preforma línea 12, año 2020.	59
Tabla 2. Merma de tapa línea 12, año 2020.	60
Tabla 3. Merma de etiqueta línea 12, año 2020.....	60
Tabla 4. Matriz de priorización fases del proceso de envasado Línea 12.....	63
Tabla 5. Pérdidas en tiempo efectivo en producción Línea 12, año 2020.....	65
Tabla 6. Datos de paros pequeños por máquina.	72
Tabla 7. Tabla de datos de paros de la máquina llenadora línea 12.....	73
Tabla 8. Análisis de los 5 porqué principales fallas en llenadora.	80
Tabla 9. Reparación y cambio de componentes en la máquina llenadora de botellas que causaban las principales fallas a estudiar.....	89
Tabla 10. Datos de paros pequeños de la máquina Sopladora, fallas que provocan paros y pérdida de preformas.....	93
Tabla 11. Análisis de los 5 porqué principales fallas en Sopladora.....	99
Tabla 12. Daños de componentes encontradas en la máquina sopladora que ocasionan defectos o fallas.	104
Tabla 13. Datos de paros de Etiquetadora.....	107
Tabla 14. Plan de Capacitación.	115
Tabla 15. Costo total de capacitación de personal de mantenimiento y operativo de máquinas sopladora y llenadora, línea 12.	116
Tabla 16. Avisos de averías o anomalías de máquinas: Llenadora y Sopladora de línea 12.	118
Tabla 17. Puntos de limpieza incluidos en la frecuencia semanal de la máquina llenadora de línea 12.....	123
Tabla 18. Puntos de inspección incluidos en para la máquina llenadora de línea 12.	124
Tabla 19. Puntos de inspección incluidos en el registro LILA para el mantenimiento preventivo máquina llenadora de línea 12.	125
Tabla 20. Puntos de inspección incluidos en el registro LILA Sopladora, Línea 12.....	126
Tabla 21. Puntos de inspección modificados en el registro LILA Sopladora, Línea 12.....	127
Tabla 22. Puntos de lubricación incluidos en el registro LILA Sopladora, Línea 12.....	128

Tabla 23. Tiempo y costo para el desarrollo del proyecto y la propuesta "Actualización del procedimiento estándar de limpieza, inspección, lubricación y ajuste de las máquinas llenadora y sopladora de botellas de línea 12 "	131
Tabla 24. Tiempo y costo para el desarrollo del "Registro estándar de entrega de turno."	132
Tabla 25. Tiempo y costo de análisis en fallas presentadas en máquina etiquetadora.	137
Tabla 26. Tiempo y costo del análisis para desarrollar la propuesta de cambio de material de cores de etiquetas.	138
Tabla 27. Cronograma de implementación de propuestas.....	138
Tabla 28. Costo de implementación de las propuestas.....	139

INDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1. Organigrama de la planta productora de refrescos.....	8
Ilustración 2. Diagrama SIPOC.	9
Ilustración 3. Gama de productos FIFCO.....	10
Ilustración 4. Imagen de Preformas.	13
Ilustración 5. Gráfico de tipos de merma del proceso de elaboración de Refrescos y su respectivo costo en dólares, año 2020, Planta Refrescos.”..	15
Ilustración 6. Gráfico “Merma real en material de empaque primario por líneas de producción, Planta Refrescos, año 2020”.....	16
Ilustración 7. Diagrama de Pareto.....	24
Ilustración 8. Ejemplo de OPL.....	31
Ilustración 9. Diagrama del bloque aséptico de Llenado.....	42
Ilustración 10. Imagen de Preforma.	42
Ilustración 11. Diagrama de proceso de soplado.	43
Ilustración 12. Criterios de inspección en preformas.....	44
Ilustración 13. Defectos de preformas.....	44
Ilustración 14. Diagrama de la llenadora/ técnica de llenado	46
Ilustración 15. Detección de fallos en tapas, máquina inspectora de tapas, llenadora línea 12.....	46
Ilustración 16. Inspección de colocación de tapa, chekmat, llenadora línea 12.	47
Ilustración 17. Inspección de nivel de llenado,” chekmat”, llenadora línea 12.	48
Ilustración 18. Diagrama de Flujo de proceso de elaboración de refrescos, línea 12.	51
Ilustración 19. Indicador de desempeño productivo (OPI), línea 12, mes de julio 2020.....	53
Ilustración 20. Detalle de paros largos en el mes de julio 2020, Línea 12. ...	53
Ilustración 21. Detalle de paros cortos en el mes de julio 2020, Línea 12. ...	54
Ilustración 22. Indicador de desempeño productivo (OPI), línea 12, setiembre 2020.	55
Ilustración 23. Detalle de paros largos en el mes de setiembre 2020, Línea 12.	55
Ilustración 24. Detalle de paros cortos en la máquina llenadora, mes de setiembre, Línea 12.	56
Ilustración 25. Gráfico de prioridades - “Planta Refrescos”.....	66
Ilustración 26. Estructura de clasificación de indicadores de eficiencia.	69

Ilustración 27. Diagrama de análisis de causas de los paros presentados en la llenadora.....	77
Ilustración 28. Guías de disco de salida del reunidor de tapas.	84
Ilustración 29. Filtros de entrada de aire de llenadora.	86
Ilustración 30. Botella con hueco en el pétalo.....	87
Ilustración 31. Desgaste de estrella de inspectora.....	88
Ilustración 32. Diagrama de análisis de causas de los paros pequeños presentados en sopladora de botellas.	95
Ilustración 33. Instructivo de alineación y sincronización de las pizas de estrella de transferencia sopladora.	101
Ilustración 34. Causa de botella atascada en tolva.	103
Ilustración 35. Reflector de sensor de rueda de soplado.	103
Ilustración 36. Paros pequeños de etiquetadora por falla de ajuste de empalme.	108
Ilustración 37. Registro de producción de etiquetadora	109
Ilustración 38. Registro Tomas de Material, línea 12	110
Ilustración 39. Cores de etiquetas con sobrantes.	110
Ilustración 40. Centro de rollo o core.	111
Ilustración 41. Tarjeta Roja, reporte de seguridad.	121
Ilustración 42. Tarjeta Azul, reporte de anomalía.....	122
Ilustración 43. Indicador de merma material empaque primario, primer cuatrimestre del año 2021.....	130
Ilustración 44. Estándar entrega de turno	132
Ilustración 45. Estándar para ajuste y sincronización de pinzas de sopladora horno y rueda de soplado.	134
Ilustración 46. Diseño pasa / no pasa, para verificación de estado de pinzas.	135
Ilustración 47. OPL parámetros de taco etiqueta.	136
Ilustración 48. Core plástico.....	137

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico 1. Costo Total en dólares por la merma real de materiales de empaque primario, línea12, año 2020.....	41
Gráfico 2. “Indicador y merma real de material de empaque primario, línea 12, año 2020.”	52
Gráfico 3. Costo en dólares por merma en material de empaque primario teórica y real, Línea 12, año 2020.....	57
Gráfico 4. Merma real por tipo de material de empaque primario, línea 12, costo en dólares.....	58
Gráfico 5. Merma de material de empaque primario, línea 12, año 2020.	61
Gráfico 6. Pareto de las principales pérdidas en producción de la línea 12. .	64
Gráfico 7. Pareto de paros pequeños por máquina, línea 12, año 2020.	71
Gráfico 8. Pareto paros pequeños en máquina Llenadora, línea 12.	74
Gráfico 9. Merma de tapas L-12 por proceso.....	76
Gráfico 10. Mermas de preforma por proceso de soplado y llenado.....	90
Gráfico 11. Estadística de merma de preforma, estado de contadores de la máquina sopladora.....	91
Gráfico 12. Rechazo automático de envases, sopladora.	92
Gráfico 13. Pareto de paros pequeños de la máquina Sopladora, línea 12. .	94
Gráfico 14. Merma de etiquetas.	106

ACRÓNIMOS Y SIGLAS

DCS: Siglas en inglés de reuniones diarias para evaluar el desempeño de las líneas de producción. (Daily control system).

KPI: Siglas en inglés de los indicadores de rendimiento. (key Performance Indicator).

LILA: Siglas de limpieza, inspección, lubricación y ajuste

OPI: Siglas en inglés del indicador de producción. (Operational Performance Indicator).

TPM: Siglas en inglés de Mantenimiento Total Autónomo. (Total Productive Maintenance).

NONA: Siglas en inglés al no tener orden de producción. (“No Order, No Activity”).

SAP: siglas en inglés de sistema de información digital. (Systems, Applications, Products in Data Processing).

SOP: Siglas de Procedimiento Operativo Estándar. (Standard Operating Procedure).

SHE: siglas en inglés de gestión de Seguridad, Inocuidad y Medio ambiente. (safety, health and environment).

SIPOC: Siglas en inglés de la herramienta utilizada para tabular características de los procesos. (Suppliers, Inputs, Process, Output, Customers, Requirements).

1 CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

Los aprendizajes adquiridos a la largo de la carrera: “Bachillerato en Ingeniería Industrial” y la oportunidad que me brindó la empresa: “Florida Ice and Farm Company” (FIFCO) para estudiar las condiciones de producción en la industria, me han permitido desarrollar el Proyecto de Graduación en una empresa tan importante en el ámbito nacional e internacional, sobre todo, porque su objetivo principal es la fabricación de bebidas para el consumo en general, ya que se dedica a la producción, embotellado, distribución y exportación de bebidas y, cuenta con una gran variedad de productos dentro de la categoría de refrescos no alcohólicos: refrescos carbonatados, no carbonatados, jugos, bebidas energéticas y embotellado de agua; en variedad de presentaciones, por lo que, me permite desarrollar un proyecto ideal para implementar la optimización de procesos, sistemas u organizaciones complejas mediante la mejora y la implementación de sistemas integrados de personas, riqueza de conocimiento, información y equipamiento, energía, materiales y procesos, que en teoría es el objetivo para la formación de profesionales en la carrera que con esta investigación culmino.

Las autoridades y personal de la empresa, gentilmente, me proporcionaron la información y los instrumentos necesarios para poder analizar los datos sobre los procesos productivos, sobre todo, en la línea 12 de la Planta de Refrescos para el proceso de elaboración de bebidas, ya que el envasado es parte fundamental en la producción de bebidas, porque el líquido debe contenerse y mantener el producto bajo condiciones adecuadas para su posterior comercialización. Gracias a la colaboración del personal encargado de los procesos y al suministro de la información oportuna para el estudio se ha podido detectar en los datos recabados que hay pérdida de materiales en el proceso de envasado.

Debido a la creciente demanda y las constantes innovaciones tecnológicas en el ámbito internacional, y que cada vez los costos de producción son mayores, sobre todo por el componente de mano de obra que implican los procesos de producción; la compañía, que necesitaba cumplir con las expectativas de la demanda del mercado, en el año 2020, inició el proceso de envasado en una nueva línea de avanzada tecnología, la línea número 12, con mayor componente tecnológico y

teóricamente, con mayores niveles de eficiencia a las ya existentes; pero, con un costo de operación de la línea muy elevado. En el momento de echar a andar el proceso productivo de la nueva línea, se observó una gran deficiencia en el consumo de materiales de empaque primario (merma) y tiempo de producción, a pesar de que debió existir un sistema de capacitación que permitiera atender eficientemente los métodos de operación, ya que el alto grado de automatización del proceso de envasado, requiere personal calificado y capacitado previamente a la puesta en operación de las máquinas; realizar ajustes, preparar y configurar las máquinas, realizar reparaciones menores y actividades de control del proceso productivo; pero en lugar de ello, el proceso se instauró sin el conocimiento operativo necesario para los propios operadores en el ciclo productivo, lo que aumentó la merma en materiales de empaque primario y, por ende, los costos de producción en Planta Refrescos, motivo por el cual, se realiza un diagnóstico situacional para determinar las causas que ocasionan esa merma desmedida.

Este proceso productivo sumamente automatizado y con deficiencias operativas implica pérdidas económicas, con el agravante de que el impacto ambiental por el consumo de energía y generación de desechos, ocasionan un incumplimiento en la política ambiental, tanto en el nivel de compromisos como de objetivos ambientales

Debido a esas características de la producción en la planta de refrescos y, a lo significativo de dicha pérdida, así como a la necesidad de mejorar los procesos de producción para obtener mejores resultados en la eficacia y eficiencia de los mismos; surgió la expectativa de estudiar el manejo de los procedimientos productivos en FIFCO, sobre todo, en cuanto a la fabricación de los bebidas: la línea de envasado 12, en la producción de los refrescos 3 litros de las marcas “Tropical” y “Kerns”, además, en la manufactura de un nuevo producto: bebidas hidratantes de la marca “Gatorade” en presentación de 600 mililitros y la evaluación del proceso de envasado, para así, analizar la merma en los de los materiales inherentes al proceso y sugerir una mejor combinación de los factores que intervienen en el proceso tales como: materiales, personal y maquinaria buscando, además, que el proceso de producción permita mayores niveles de eficiencia y tratar de evitar la merma en los materiales.

La importancia de la investigación para a empresa ha orientado el énfasis del análisis hacia el proceso productivo de elaboración de bebidas, en la línea 12 de la Planta de Refrescos, ya que las mermas que se han detectado son significativas en la utilización de materiales, por ser un proceso altamente automatizado, ya que se pretende no solamente, determinar las causas de dichas mermas, sino también la forma de lograr la mayor reducción posible de las mismas.

Este estudio consta de seis capítulos en los cuales se pretende el abordaje del problema y su importancia; sus antecedentes, características, proceso técnico, así como las posibles soluciones y recomendaciones.

El capítulo primero corresponde al marco contextual donde se hace el planteamiento del problema, una descripción detallada de la problemática a partir del enfoque deductivo; la formulación del problema, justificación, los objetivos generales y específicos, los alcances y las limitaciones del proyecto.

El objetivo del proyecto es identificar qué ocasiona la pérdida o merma de material de empaque primario en el proceso de envasado de la línea 12 y a la vez, desarrollar propuestas tendientes a minimizar los costos e incrementar los márgenes de ganancia.

En el segundo capítulo se desarrolla el Marco Teórico.

En el capítulo tercero se presenta el Marco Metodológico y se define el sistema de medición del proyecto.

En el capítulo cuarto se presentan los datos de la investigación, descripción del análisis e interpretación de datos; se explica la merma de material de empaque primario en el proceso de envasado y se plantean alternativas para reducir dicha merma.

En el capítulo quinto establece el diseño de implementación de la solución. Por último, el capítulo seis, en el cual se presentan las conclusiones y recomendaciones surgidas durante la realización a investigación.

1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

El proyecto se lleva a cabo en la empresa: “Florida Ice and Farm Company” (FIFCO), empresa que nació en el año 1908, en Limón, fundada por unos hermanos oriundos de Jamaica de apellidos Lindo Morales, con el objetivo de dedicarse a la agricultura y la fabricación de hielo para los barcos bananeros que llegaban al puerto de Limón.

Según la página WEB FIFCO: www.fifco.com

En 1912, los hermanos Lindo adquirieron la “Cervecería y Refresquería Traube” en Cartago, a partir de entonces, FIFCO se dedicó principalmente, al negocio de bebidas, a través de su operación principal, conocida luego como la “Cervecería Costa Rica”.

En los primeros años del siglo XXI, FIFCO diversificó su portafolio de bebidas hacia la producción de agua envasada, refrescos naturales, jugos, néctares, bebidas alcohólicas saborizadas y refrescos carbonatados; todas las bebidas no alcohólicas se elaboran en la planta productora de refrescos, ubicada en San Joaquín de Flores.

La planta productora de refrescos nace en el año 2001, año en que Florida Bebidas decidió sacar del mercado a una línea de cerveza de la marca “Tropical” y transformarla en una línea de refrescos de frutas naturales y té frío, incursionando en el mercado de refrescos naturales y logrando posicionar la marca “TROPICAL” en el mercado costarricense.

Actualmente la planta de refrescos cuenta con 10 líneas de envasado:

- Línea 1: se hace el envasado de refrescos “Tropical” y “Kerns” en presentaciones familiares (Botellas de capacidad de 1.750 mililitros, 2.000 mililitros, 2.500 mililitros y 3.000 mililitros)
- Línea 3: Envasado de “Agua Cristal” en Bidón
- Línea 4: Envasado de “Agua Cristal” y bebidas “Tampico” en presentaciones de 355 mililitros, 600 mililitros, 1.000 mililitros, 1750 mililitros, 2.000 mililitros, 3.000 mililitros,

- Línea 5: Envasado de “Agua Cristal”, refrescos “Tropicales” y bebidas “Tampico” en presentaciones de 6 litros.
- Línea 9: Envasado de refrescos “Tropical” y “Kerns” en presentaciones personales: 250 mililitros, 350 mililitros, 500 mililitros y 1.000 mililitros.
- Línea 10: Envasado de jugos y néctares en envases tetra pack de 200 mililitros, marcas: “Tropical”, “Kerns” y “Ducal”.
- Línea 12: Envasado de bebidas hidratantes de la marca “Gatorade”, además de refrescos “Tropical” y “Kerns” en presentaciones familiares de 3.000 mililitros.
- Línea 13: Envasado de bebidas carbonatadas, en presentaciones de 355 mililitros, 600 mililitros, 2.500 y 3.000 mililitros.
- Línea 14: Envasado de bebidas carbonatadas, presentaciones de 1750 mililitros y 2.000 mililitros.
- Línea 15: Envasado de concentrado para bebidas carbonatadas en bolsas para máquinas de restaurantes.

1.2.1 PERFIL ORGANIZACIONAL

Las políticas de empresa a nivel corporativo se enmarcan bajo el sistema integral de Seguridad Ocupacional, Inocuidad y Medio Ambiente, denominado departamento SHE (Safety, health and environment).

Misión

“Ser la empresa líder de la industria de bebidas en Centroamérica en términos de volumen y rentabilidad, excediendo las expectativas de los consumidores, en beneficio de sus clientes, colaboradores, accionistas y las comunidades en donde actúa.”

Visión

“Ser líderes en el mercado, con un enfoque en sus clientes y consumidores, brindando una operación de calidad mundial, ser una opción laboral atractiva, creando valor y responsabilidad social.”

Nuestro Propósito

"COMPARTIMOS CON EL MUNDO UNA MEJOR FORMA DE VIVIR"

Nuestros Valores

Pasión por ganar

Celebración

Imaginación

Valor compartido

Actualmente FIFCO brinda empleo a más de 6.000 personas en Costa Rica, Guatemala, El Salvador, Estados Unidos y México, tiene un amplio portafolio con más de 1.500 productos, sólidos negocios en “retail” como “Musmanni” o “Musi”, también hospitalidad y otros.

1.2.2 ORGANIGRAMA PLANTA REFRESCOS

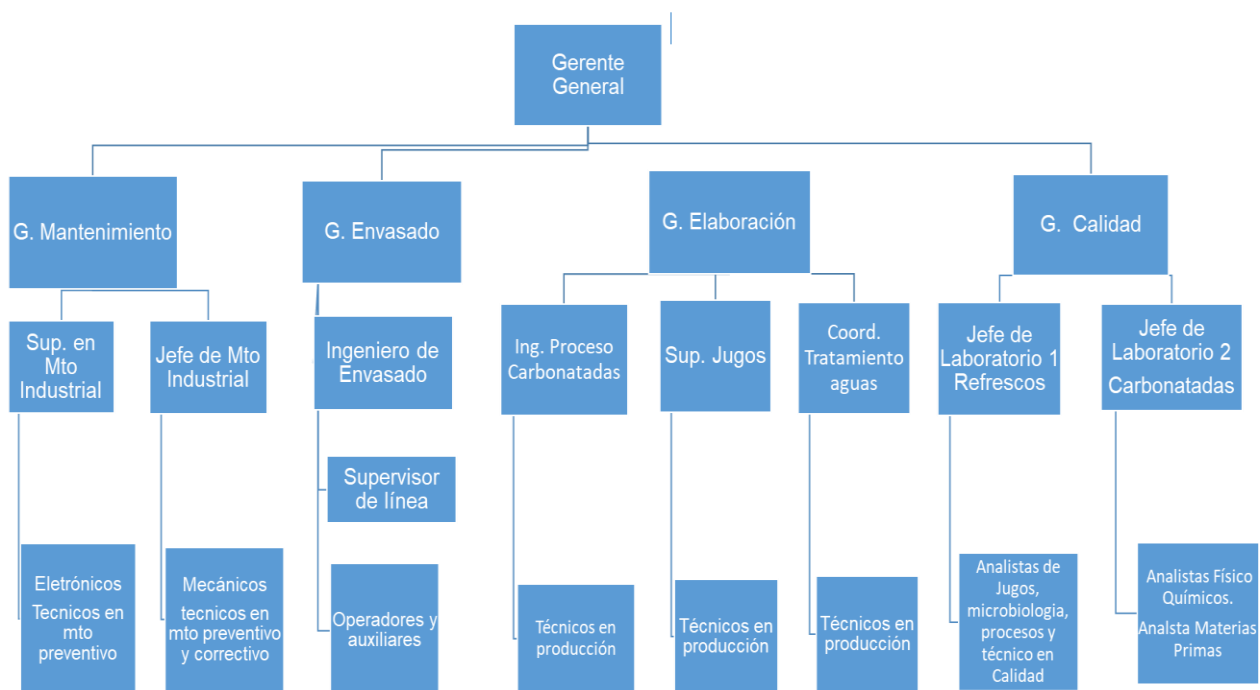


Ilustración 1. Organigrama de la planta productora de refrescos.

Fuente: Elaboración propia a partir del organigrama proporcionado por Gestor documental planta refrescos.

1.2.3 DIAGRAMA SIPOC

El proceso de envasado inicia cuando el departamento de elaboración prepara un concentrado, el cual pasa por un mezclador y al proceso de pasteurización, posteriormente, al proceso o línea de envasado, de ahí pasa a bodega de producto terminado y los centros de distribución para despachar y entregar a los clientes.

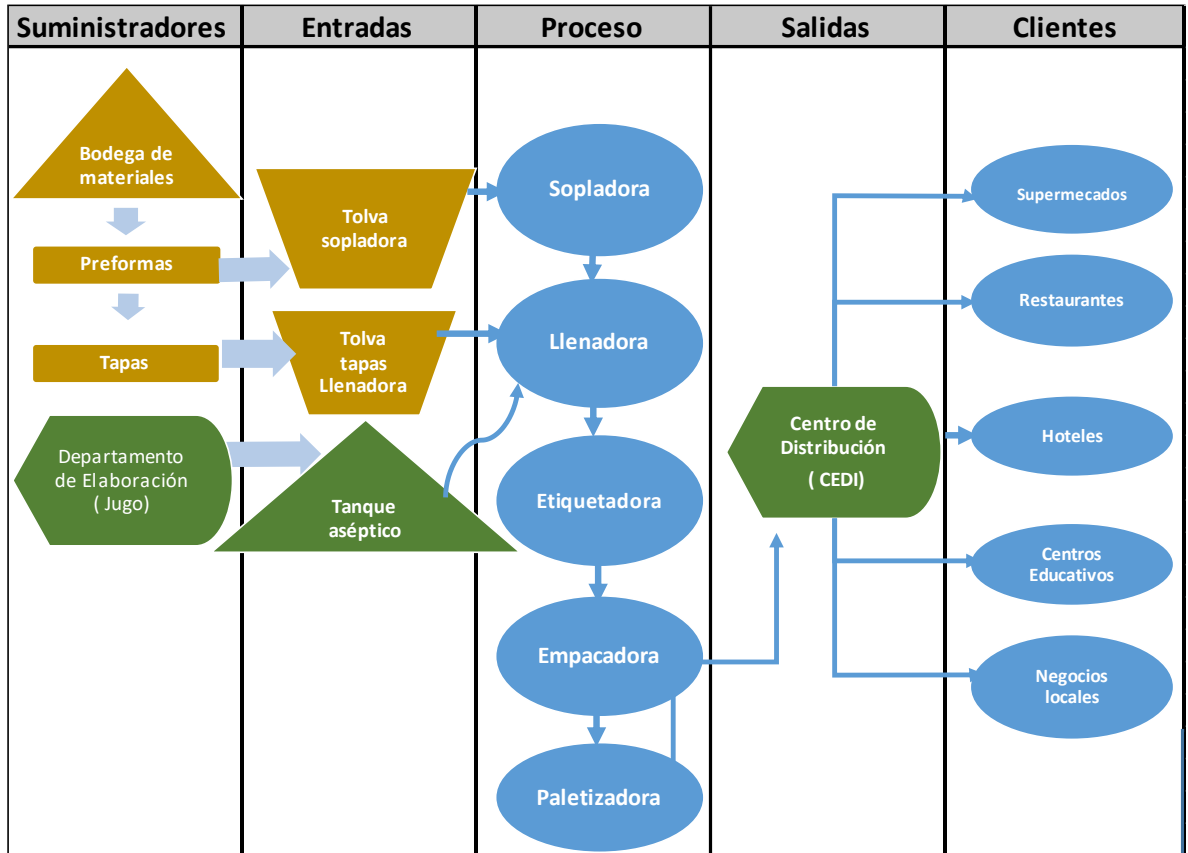


Ilustración 2. Diagrama SIPOC.

Fuente: Supervisor de producción, Planta Refrescos.

1.2.4 PRODUCTOS ELABORADOS Y ENVASADOS EN PLANTA DE REFRESCOS.

La empresa se dedica a la producción, embotellado, distribución y exportación de bebidas, cuenta con una gran variedad de productos dentro de la categoría de refrescos NO alcohólicos están los refrescos carbonatados, no carbonatados, jugos, bebidas energéticas y embotellado de agua, en variedad de presentaciones.

- Refrescos Carbonatados: “Pepsi”, “7 UP”, “MUG”, “Mirinda”, “Evervess”, “Milory”, “H2OH”, “JET”, “Bamboo”, entre otros.
- Refrescos No Carbonatados: refrescos de la marca “TROPICAL” que es propia de la empresa, bebidas hidratantes “Gatorade”, jugos y néctares de la marca “Kerns” y “Ducal” además del embotellado de agua de la marca “Cristal”



Ilustración 3. Gama de productos FIFCO.

Fuente: FIFCO news.

1.2.5 PROCESO PRODUCTIVO DE ELABORACIÓN DE BEBIDAS Y

ENVASADO.

El proceso productivo en planta inicia cuando el gerente del Departamento de Producción de Envasado, junto con el coordinador del Departamento de Control de Operaciones elabora la programación de producción semanal.

En el proceso interviene tres áreas o departamentos.

- **Área de Elaboración:** todo el personal que está relacionado con preparación de las bebidas y jugos.
- **Departamento de Producción:** todo el personal relacionado el funcionamiento operacional de las líneas de envasado.
- **Departamento de Aseguramiento de Calidad:** el personal de Calidad debe garantizar el cumplimiento de las especificaciones del producto mediante muestreos, inspecciones y verificaciones en todas las etapas del proceso productivo.

Una vez que se establecen los planes de producción se inicia la preparación de bebidas, el ingeniero de proceso de cada línea productiva debe velar por el cumplimiento de los planes de producción, dar seguimiento a la productividad, calidad y seguridad del proceso; además, debe definir:

- Turnos de trabajo y equipos.
- Formatos o presentación para producir diariamente.
- Hectolitros de preparaciones.

En el proceso también participan los supervisores de producción, el supervisor de línea debe velar por el cumplimiento de los planes de producción, supervisar las funciones y necesidades del personal operativo; para que la producción sea continua en la línea de envasado.

Siguiendo la estructura, los siguientes participantes son los operadores quienes son los encargados de operar las máquinas del proceso de envasado y, además, realizar las actividades necesarias para asegurar que la producción sea continúa y que el producto terminado cumpla con las especificaciones establecidas.

El personal de calidad participa en todas las etapas del proceso productivo de elaboración de refresco y envasado, realizando inspecciones, muestreos y análisis de verificación

1.2.5.1 *Elaboración de bebidas.*

Es la preparación del refresco, proceso que consiste en pesar y mezclar todos los ingredientes y micro ingredientes: pulpas, concentrados, colorantes, edulcorantes, acidulante; siguiendo formulaciones o recetas, a dicha preparación se le denomina jugo que debe pasar por un mezclador en el que se dosifican otros dos componentes: agua y jarabe, una vez que está preparada la bebida pasa al proceso de pasteurización.

1.2.5.2 *Proceso de envasado de bebidas.*

En la producción de bebidas, el envasado es el fundamental para contener las bebidas en un recipiente o envase y mantenerlas bajo condiciones adecuadas para su posterior comercialización. El proceso se lleva a cabo por un conjunto de máquinas que conforman la línea de producción: la primera etapa del envasado es el llenado, consiste en llenar las botellas con el refresco, una vez que las botellas tienen el refresco pasan de inmediato al tapado que lo realiza la misma máquina “llenadora”, toda la etapa de llenado es automática, cuando las botellas salen de la llenadora pasan a los transportadores de envases que están conectados a todas las máquinas de línea, los envases pasan a las siguientes etapas: codificado, etiquetado, empacado, entarimado y embalado; todas las máquinas y transportadores de la línea están sincronizados por medio de sensores que envían las señales a la llenadora, si alguna máquina se detiene, la llenadora se detiene.

1.2.6 CLASIFICACIÓN DE MATERIALES DEL PROCESO PRODUCTIVO DE ELABORACIÓN Y ENVASADO DE REFRESCOS.

Para la elaboración y envasado de refrescos se clasifican los materiales en tres importantes grupos, los cuales se describen a continuación.

1.2.6.1 *Materia prima.*

En la producción de refrescos se denomina materia prima a todos los ingredientes: pulpas, concentrados, colorantes, edulcorantes, acidulantes y micro ingredientes utilizados para la preparación del jugo, bebida o refresco.

1.2.6.2 *Material de empaque primario.*

Son los materiales utilizados en el proceso de envasado, comprende todo el ciclo productivo de la etapa del embotellado desde la fabricación del envase, el tapado y el etiquetado del producto, una vez que la bebida esta envasada se considera producto terminado, los materiales de empaque primario son: preformas, tapas y etiquetas.

Preforma: las preformas son pequeños envases hechos de resina fundida, para la fabricación de botellas primero se hacen las preformas y luego éstas se calientan a la temperatura apropiada para que puedan ser sometidas a un proceso de soplado y tomar la forma de botella.



Ilustración 4. Imagen de Preformas.

Fuente: San Miguel Industrias PET.

1.2.6.3 Material de empaque secundario.

Son los materiales utilizados en el embalaje del producto terminado que comprende las etapas del proceso de empaque, entarimado y paletizado, los materiales secundarios son: plástico termoencogible, tarimas de madera, láminas de cartón y plástico envolvente.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1 IDEA DEL PROBLEMA

En la información brindada por el Departamento de Control de Operaciones se indica que existen tres tipos de merma según el costo de pérdida, para el año 2020, se presenta una merma de material de empaque primario que representa el 52% de pérdidas en producción, y la merma de materia prima es un 42%, siendo la merma de empaque secundario un 6% del total del costo de pérdidas; motivo por el cual el proceso de producción de la Línea 12 en la Planta de Refrescos reporta una merma de producción superior al porcentaje del indicador de rendimiento establecido en 1.14 %, para empaque primario, en la producción de los refrescos de 3 litros de las marcas “Tropical” y “Kerns”, además la manufactura de un nuevo producto de bebidas hidratantes de la marca “Gatorade” en presentación de 600 mililitros. (Ver ilustración 5)

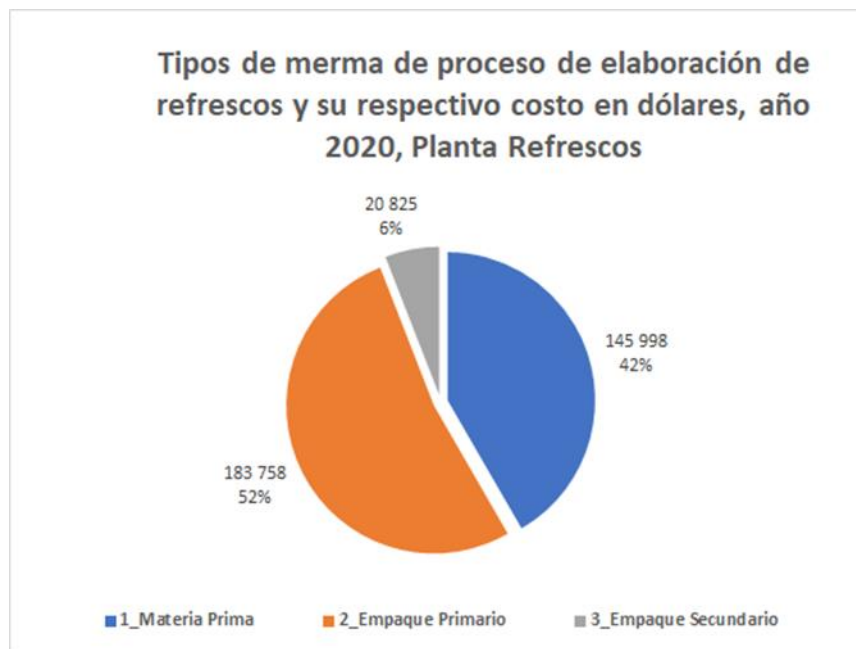


Ilustración 5. Gráfico de tipos de merma del proceso de elaboración de Refrescos y su respectivo costo en dólares, año 2020, Planta Refrescos.”

Fuente: Control de Operaciones “Informe de mermas, Planta Refrescos 2020”.

Como se muestra en la ilustración 5, la merma de mayor impacto económico en el proceso de elaboración de bebidas es “Merma de material de empaque primario”, los otros tipos de merma que se presentan son merma por materia prima que no se incluye dentro del alcance del proyecto, ya que, corresponde a otro proceso (Elaboración de bebidas) y la merma de material secundario no representa mayor impacto económico.

Los datos indican que existe un consumo desmedido de los materiales de empaque primario, proceso que genera la principal pérdida económica en elaboración de bebidas para el año 2020, en todas las líneas de envasado en la Planta Refrescos y principalmente, línea 12, que presenta la mayor variación entre la merma permitida y la merma real en material de empaque primario, dándose mayor variabilidad entre la merma teórica y la merma real, la diferencia es desfavorable en costo y consumos de los materiales de empaque primario, según la proyección de producción para el año 2021 las cantidades de producción programada para cada mes del año 2021 y el tipo de presentación, según los datos

suministrados por departamento de planeación, el aumento es de 45% con respecto a la producción de año 2020, lo que nos lleva al planteamiento del problema:

¿Cómo lograr la reducción de mermas de material de empaque primario del proceso productivo envasado de refrescos “Gatorade” 600 mililitros, “Tropical” y “Kerns” de 3 litros, en la Línea 12, Planta de Refrescos?

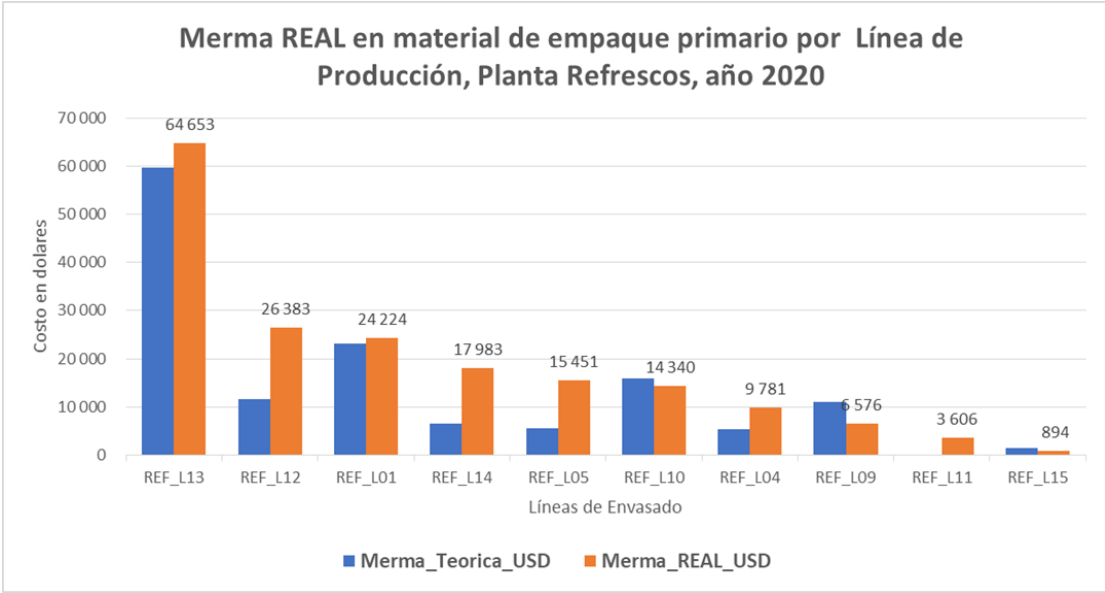


Ilustración 6. Gráfico “Merma real en material de empaque primario por líneas de producción, Planta Refrescos, año 2020”.

Fuente: Departamento de planeación Planta Refrescos.

La figura 17 extraída del informe de merma anual, muestra la variación que se presenta entre la merma permitida y la merma real en material de empaque primario por la línea de producción del periodo 2020, se observa que la línea con mayor variabilidad entre la merma teórica y la merma real es línea 12.

1.3.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y ANTECEDENTES.

Debido a la creciente demanda y las constantes innovaciones tecnológicas en el ámbito internacional, y a que, cada vez, los costos de producción son mayores; sobre todo por el componente de mano de obra que implican los procesos de producción, la compañía necesita cumplir con las expectativas de la demanda del mercado, por lo que, adquirió nuevas líneas productivas con mayor componente

tecnológico y teóricamente, con mayores niveles de eficiencia a las ya existentes, pero, con un costo de operación de la línea que asciende a ₡ 934 330 por hora, pero, contrario a lo ofrecido a la hora de hacer la adquisición, se observa una gran deficiencia en el consumo de materiales de empaque primario (merma) y tiempo de producción.

Por otra parte, un sistema de capacitación que permita atender eficientemente los métodos de operación, ya que el alto porcentaje de automatización del proceso de envasado de línea 12, requiere de personal calificado y capacitado previamente, a la puesta en operación de las máquinas; realizar ajustes, preparar y configurar las máquinas; realizar reparaciones menores y actividades de control del proceso productivo; y por el contrario, el proceso se instauró sin el conocimiento operativo necesario para los propios operadores en el ciclo productivo.

Todas estas anomalías descritas, han llevado a que el proceso productivo, sumamente automatizado, y con deficiencias operativas, haga incurrir en pérdidas económicas a la empresa, con el agravante de que, el impacto ambiental por el consumo de energía y generación de desechos, ocasionan el incumplimiento en la política ambiental; tanto en el nivel de compromisos como de objetivos ambientales.

1.3.3 JUSTIFICACIÓN

Como sucede en la mayoría las empresas (FIFCO no es la excepción), los recursos con los que se cuenta son limitados, la empresa debe procurar darles el mejor uso a dichos recursos: líneas de producción: maquinaria, mano de obra y materiales; por ello, se debe procurar un proceso óptimo de producción, realizando una evaluación de los métodos actuales y analizando si las pérdidas generadas en el proceso, responden a una deficiente utilización de los recursos; por lo que, se hace necesario definir si el proceso productivo es eficaz y eficiente; ya que objetivo de las líneas productivas es generar ingresos que sobrepasen los egresos, o sea utilidades, y no, generar desperdicios de recursos que impliquen pérdidas para la empresa; de ahí la importancia de buscar un proceso que evite la merma en material de empaque.

En la actualidad la competitividad hace que las empresas busquen acaparar los mercados, crecer, sobre todo en el ámbito nacional altamente competitivo en la industria de bebidas. FIFCO es una empresa ya consolidada en el área de las bebidas alcohólicas y no alcohólicas, su crecimiento ha sido tan amplio, que, en la actualidad, surgió la necesidad de incrementar la producción y adquirir nuevas líneas de mayor eficiencia; la línea 12 se adquiere para procurar el desahogo de otras líneas de producción e incorporar al proceso la manufactura de bebidas hidratantes de la marca “Gatorade”.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 OBJETIVO GENERAL:

Establecer propuestas de mejora para la reducción de merma en empaque primario del proceso productivo de envasado de refrescos “Gatorade” 600 mililitros, “tropical” y “kerns” 3 litros, en línea 12.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1 Analizar el proceso productivo y los resultados del indicador de rendimiento para encontrar las deficiencias que provocan la merma de los materiales de empaque primario en el proceso de envasado de la línea 12.
- 2 Determinar las principales causas que originan la pérdida del material de empaque primario para reducir el consumo excesivo de los materiales en el proceso de envasado de línea 12.
- 3 Evaluar cuales oportunidades de mejora generan un mayor impacto en la reducción de mermas para posteriormente aplicarlas en el proceso productivo de envasado de línea 12.

- 4 Implementar propuestas de mejora que disminuyan las causas de pérdida los materiales de empaque en el proceso de envasado para disminuir los costos de fabricación y aumentar los beneficios económicos.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES.

1.5.1 ALCANCES.

El proyecto se desarrolla en la línea de envasado 12, en la producción de los refrescos 3 litros de las marcas “Tropical” y “Kerns”, además la manufactura de un nuevo producto: bebidas hidratantes de la marca “Gatorade” en presentación de 600 mililitros, se busca mejorar los rendimientos de los materiales de empaque primario y cumplir los planes de producción.

1.5.2 LIMITACIONES

El uso de la información es confidencial, por lo que, los resultados se muestran en forma general y no, tan detallada.

El tiempo de los informantes es relativamente poco, los planes de producción se reducen por el tema de pandemia, personal está limitado por la reducción de horarios, hay constantes cambios en los planes de producción de la línea.

El tiempo para gestionar reuniones, entrevistas e información a mandos medios, también es muy limitado, existen calendarios saturados y las reuniones se deben realizar por medio de aplicaciones virtuales. (TEAMS).

2 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.

2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA

En este capítulo se detallan los argumentos, herramientas, gráficos, procesos e ideas que se relacionan directamente con la resolución del problema, así como también, los conceptos que ayudan a mantener una referencia o guía de desarrollo durante el proceso, tales como:

2.1.1 INGIENERÍA INDUSTRIAL.

“La ingeniería industrial es una de las ramas del conocimiento que involucra la creatividad y la puesta en práctica de los principios de la ciencia. Es esencialmente pragmática y se auto perfecciona constantemente.” (Stincer, 2012)

Desde sus inicios los ingenieros industriales han tenido muy claro cuáles son sus objetivos, ya que el nacimiento de la Ingeniería Industrial se debió principalmente a la búsqueda de formas que permitieran la optimización en los procesos de producción, teniendo un enfoque en la reducción de tiempos y movimientos de estos. Entre los principales contribuyentes se encuentran los pioneros Frederick W. Taylor y Henry Gantt, siendo el primero considerado como el padre de la administración, ya que fueron sus métodos los que le permitieron a empresas como la Ford Motor Company ser los gigantes que son hoy en día.

El período histórico conocido como Revolución Industrial es el epicentro del nacimiento de la Ingeniería Industrial como conjunto de técnicas orientadas a aplicar métodos analíticos complementados con experiencias racionales de las organizaciones humanas, métodos necesarios en un periodo de transformación económica que implicaba el enfrentar problemas de dirección de taller.

2.1.2 MANUFACTURA ESBELTA (LEAN MANUFACTURING).

“La producción Lean es un modelo de gestión que se enfoca en minimizar las pérdidas de los sistemas de manufactura al mismo tiempo que maximiza la creación de valor para el cliente final. Para ello utiliza la mínima cantidad de recursos, es decir, los estrictamente necesarios para el crecimiento.” (Wikipedia)

“Lean Manufacturing” es un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de actividades que no agregan valor en un proceso, pero si implican

costo y esfuerzo. La principal filosofía en la que se sustenta el “Lean Manufacturing” radica en la premisa de que todo puede hacerse mejor; de tal manera que en una organización debe existir una búsqueda continua de oportunidades de mejora. La mayoría de los autores la definen como una filosofía enfocada en la reducción de desperdicios, Lean “Manufacturing”, o también llamado “Lean Production”.

Su objetivo fundamental es el de minimizar las pérdidas que se producen en cualquier proceso de fabricación, y en utilizar solo aquellos recursos que sean imprescindibles. Así, eliminando el despilfarro se mejora la calidad y se reducen el tiempo de fabricación y los costes.

2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO

2.2.1 PROCESO.

Corresponde a un conjunto de actividades que se relacionan para formar un producto final, el más claro ejemplo son las líneas de producción.

“Conjunto de actividades mutuamente relacionadas que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.” (Cervara, 2001).

2.2.2 CONTROL DEL PROCESO.

Consiste en aplicar la calidad al proceso de fabricación de un producto, es decir, cuando se tiene un proceso de fabricación controlado, se evita que el producto pueda resultar defectuoso.

2.2.3 SIPOC.

“El diagrama SIPOC se define como una representación que nos permite entender el funcionamiento de un proceso.” (Betancourt, 2017).

Es una herramienta de la Ingeniería industrial mayormente usada para analizar un proceso desde un punto de vista amplio, cadena de suministros hasta los detalles, requerimientos las entradas, el proceso o actividad, sus salidas y los usuarios finales. El significado de sus siglas son las siguientes:

- **Supplier** (Proveedor): se refiere a los proveedores u organizaciones que suministran material.

- **Inputs** (Insumos): son las entradas o insumos, ejemplo órdenes de compra.

- **Process** (Procesos): comprende las operaciones del proceso y sus pasos.

- **Outputs** (Salidas): es el producto resultante de las operaciones del proceso, pueden ser reportes financieros.

- **Customers** (Clientes): se refiere al cliente final o proceso a quién está dirigido el output.

2.2.4 DIAGRAMA DE PROCESOS.

En todo proceso es importante contar con herramientas que permitan un fácil entendimiento, los diagramas de proceso son la representación gráfica de una secuencia de actividades, las actividades se vinculan unas a otras en el diagrama mediante líneas conectoras que "indican" la siguiente secuencia.

2.2.5 MEJORA CONTINUA.

La mejora continua es un proceso propio de la ingeniería industrial que tiene enfoque en mejorar continuamente los procesos mediante la revisión de metodologías, medición y retroalimentación sobre el rendimiento, para, impulsar siempre la mejora y lograr el cumplimiento de objetivos.

“La mejora continua depende del conocimiento de hacia dónde vamos, y el monitoreo continuo de nuestro curso para poder llegar desde donde estamos hasta donde queremos estar.” (López, 2007).

2.2.6 INDICADORES DE RENDIMIENTO (KPI).

Los KPI (key Performan Indicator) son utilizados para medir e identificar el rendimiento y desempeño de los procedimientos, lo cual, permite detectar desviaciones positivas o negativas. Los indicadores de rendimiento son establecidos a discreción del negocio o la empresa, adaptados a las necesidades y objetivos de cada organización.

De acuerdo con (García, 2012) los indicadores son:

“Son relaciones de datos numéricos y cuantitativos aplicados a la gestión logística que permite evaluar el desempeño y el resultado en cada proceso incluye los procesos de recepción, almacenamiento, inventarios, despachos, distribución, entregas, facturación y los flujos de información entre los socios de negocio.” (pág 31).

2.2.7 DIAGRAMA DE PARETO.

El gráfico de Pareto es una herramienta de representación gráfica de barras, se utiliza para el análisis o aplicación de los datos, los cuales, son categorizados para ayudar a localizar los problemas vitales, identificando a que eventos darles prioridad según la regla del 80/20, de la que se deduce que del 80 % de los problemas son originados por un 20 % de las causas.

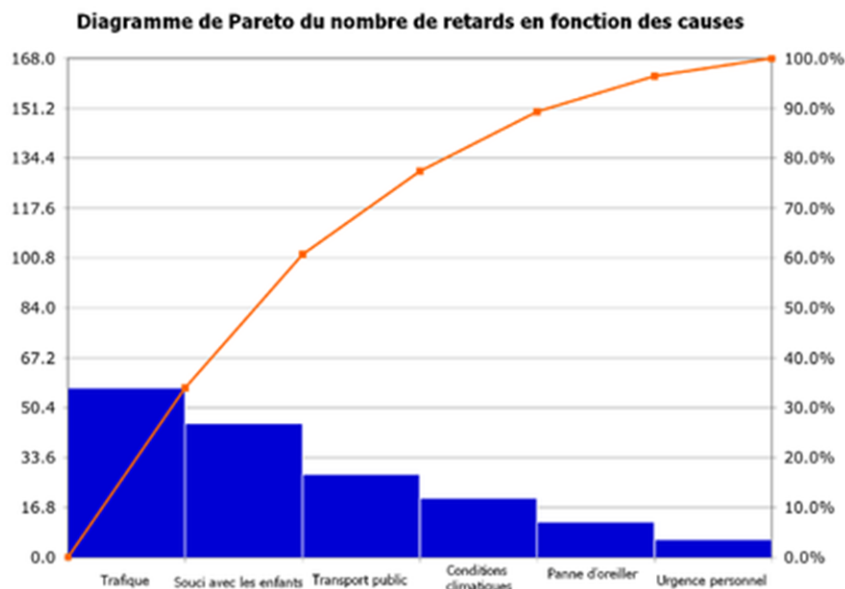


Ilustración 7. Diagrama de Pareto.

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Pareto

2.2.8 DIAGRAMA DE ISHIKAWA.

Los diagramas de pescado, también conocidos como diagramas causa-efecto, fueron desarrollados por Ishikawa a principios de la década de 1950, mientras trabajaba en un proyecto de control de calidad para Kawasaki Steel

Company, consiste en una representación gráfica que permite visualizar las causas de un determinado problema.

La utilización del Diagrama de Ishikawa se complementa con el Diagrama de Pareto, el cual, permite priorizar las medidas de acción relevantes en aquellas causas que representan un mayor porcentaje de problemas

Según (Baca)

El diagrama de causa y efecto, también conocido como diagrama de Ishikawa, es reconocido como una herramienta práctica, cuyos objetivos esenciales son:

- a) La detección de soluciones a problemas.
- b) La detección de causas raíz.
- c) Las propuestas de mejora en algún proceso.

El análisis de Ishikawa puede ser utilizado y aplicado en el análisis de cualquier proceso (administrativo, operativo, etc.), pues tiene una estructura genérica. (2014).

2.2.9 TÉCNICA DE LOS 5 ¿POR QUÉ?

El proceso de los 5 por qué es un proceso lean que nos permitimos escoger un camino y llevar a cabo las medidas correctivas necesarias para resolver un problema.

La técnica de los “5 ¿Por qué?” se utiliza después de realizar el diagrama de causa y efecto o Ishikawa, es útil cuando se requiere determinar la causa raíz de un problema en específico, funciona tomando cada una de las posibles causas mencionadas en el diagrama de causa y efecto y a cada una se le contesta la pregunta ¿Por qué? De acuerdo con la causa, se puede repetir la pregunta cuantas veces sea necesario hasta que no existan más respuestas para una posible causa.

2.3 EL MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO.

2.3.1 MERMA.

Merma es la desaparición física de materiales como resultado de reacciones físicas o químicas efectuadas durante la elaboración del producto, es toda pérdida que atenta contra los márgenes de utilidad, en el proceso de manufactura también eleva los costos por materia prima, mano de obra y costos de producción. Existen dos tipos de merma.

Merma Normal: Es la pérdida de carácter normal, ocurrida en la fase de transformación de un producto, valor provocado por la incorporación de las existencias al proceso de producción. Ejemplos: evaporación del agua, un uso incorrecto de una máquina, etc.

Merma anormal: Es aquella pérdida en exceso del nivel aceptado, es decir: aquella que rebasa los límites normales y predichos de tolerancia; ocurriendo, generalmente, debido a errores humanos o a errores de máquina.

En resumen, las mermas son pérdidas o reducciones del material utilizado en el proceso productivo.

2.3.2 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.

Es conocido como TPM por sus siglas en inglés “Total Productive Maintenance”, nació en Estados Unidos, y tiene sus principales antecedentes en los conceptos de mantenimiento preventivo desarrollados en los años cincuenta

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una metodología “Lean Manufacturing” de mejora que permite asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones, de los equipos, y del sistema, mediante la aplicación de los conceptos de: prevención, cero defectos, cero accidentes, y participación total de las personas.

Cuando se hace referencia a la participación total, esto quiere decir que las actividades de mantenimiento preventivo tradicional pueden efectuarse no solo por

parte del personal de mantenimiento, sino también por el personal de producción, un personal capacitado.

El mantenimiento Productivo es la tendencia que implica que los operadores de líneas sean operarios técnicos para lo que deben ser capacitados para dar un mantenimiento adecuado y continuo a la línea ya sean máquinas u operaciones sin tener que recurrir al personal de mantenimiento, el mantenimiento preventivo consiste en actividades de revisión parcial de forma planificada, en las cuales se ejecutan cambios, sustituciones, lubricaciones, entre otras actividades; antes de que se materialicen las fallas.

El TPM enfoca sus objetivos hacia la mejora de la eficiencia de los equipos y las operaciones mediante la reducción de fallas, no conformidades, tiempos de cambio, y se relaciona, de igual forma, con actividades de orden y limpieza.

2.3.2.1 *Objetivos de mejora basados en la metodología TPM.*

- ✓ Maximizar el rendimiento de los equipos, para obtener productos de Calidad y con la Seguridad, mientras se obtienen resultados sostenibles.
- ✓ Desarrollar bases sólidas de organización y metodología a través de la puesta en práctica de una estructura total de trabajo en equipo, con autonomía creciente, roles claros y responsabilidades.
- ✓ Concienciar sobre la necesidad de la mejora continua, estableciendo medidas claras, objetivos para cada proceso.
- ✓ Promover el trabajo en equipo creando reglas y procedimientos simples para los procesos de limpieza, inspección, lubricación, etc., asegurando el compromiso total de los operarios para el cuidado de sus equipos.
- ✓ Aumentar las competencias de los operadores y los técnicos a través de una formación específica y un programa de capacitación.
- ✓ Se pretende que los operadores de producción realicen el mantenimiento básico autónomo de sus equipos, buscando los mejores resultados de rendimiento de su área con una cultura de

mantenimiento autónomo. Para ello es necesario alcanzar el sentimiento de propiedad de los procesos y equipos entre todos los operadores de producción a través de: inspecciones diarias, detección de anomalías, realización de pequeñas reparaciones y sustituciones, medición de paros pequeños, análisis de averías y la calidad de producto.

- ✓ Mejoramiento de la calidad: Los equipos en buen estado producen menos unidades no conformes.
- ✓ Mejoramiento de la productividad: Mediante el aumento del tiempo disponible.
- ✓ Flujos de producción continuos: El balance y la continuidad del sistema no solo benefician a la organización en función a la disponibilidad del tiempo, sino también reduce la incertidumbre de la planeación.
- ✓ Aprovechamiento del capital humano.
- ✓ Reducción de gastos de mantenimiento correctivo: Las averías son menores, así mismo se reduce el rubro de compras urgentes.
- ✓ Reducción de costos operativos.

2.3.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

“Es el conjunto de intervenciones realizadas de forma periódica en una máquina o instalación, con la finalidad de optimizar su funcionamiento y evitar paradas imprevistas.” (Masip, 2014).

Es una estrategia para la conservación de equipos o instalaciones mediante la realización de revisión y limpieza que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad, así como, evitar y prevenir situaciones de fallas que impacten los procesos de producción generando una ayuda significativa para el flujo adecuado del equipo.

2.3.4 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

“Las intervenciones que se hacen en la maquina o instalación cuando ya se ha materializado la avería. Se sustituye la pieza estropeada para después devolver la maquina a su estado habitual.” (Masip, 2014).

Se denomina mantenimiento correctivo cuando se encuentran fallas generadas por los equipos o instalaciones, consiste en localizar averías o defectos para corregirlos o repararlos desde la fuente de origen.

2.3.5 PROGRAMA DE 5S´.

El programa de 5S es una técnica de gestión japonesa de mejora continua, utilizada para mantener las áreas de trabajo limpias, organizadas y seguras, el programa de implementación de la 5S' crea una disciplina organizacional.

- **Seiri (Seleccionar):** Consiste en retirar del lugar de trabajo todos los artículos que no son necesarios.
- **Seiton (Organizar):** Consiste en ordenar los artículos que se necesitan para el trabajo, estableciendo un lugar específico para cada cosa, de manera que se facilite su identificación, localización, disposición y regreso al mismo lugar después de usarla.
- **Seiso (Limpiar):** Consiste básicamente en eliminar la suciedad y evitar ensuciar, siempre con la idea en mente de que, al limpiar, también estamos inspeccionando lo que limpiamos.
- **Seiketsu (Estandarizar):** Consiste en lograr los procedimientos, prácticas y actividades logrados en las tres primeras etapas que se ejecuten consistentemente y de manera regular para asegurar que la selección, la organización y la limpieza se mantengan en las áreas de trabajo.
- **Shitsuke (Seguimiento):** Consiste en convertir en un hábito las actividades de las 5S, manteniendo correctamente los procesos generados mediante el compromiso de todos.

2.3.6 KAIZEN

“Kaizen” significa cambio para mejorar, un evento Kaizen se lleva a cabo cuando existe un problema grande y se debe solucionar lo más pronto posible, se

involucran personas de diferentes departamentos y se sigue una estructura de resolución de problemas de acuerdo con las necesidades de la empresa.

2.3.7 GEMBA

Es un término japonés que significa “lugar de trabajo, el lugar real donde ocurren las cosas”, y cuando decimos que vamos al “Gemba”, indicamos la acción de ir a observar el proceso, entender la manera como se está desarrollando el trabajo, hacer preguntas y aprender para mejorar.

2.3.8 ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS

“Se denomina estandarización al proceso de unificación de características en un producto, servicio, procedimiento, etc. puede enfocarse en todas las características del producto o enfocarse en un aspecto de este o del mercadeo, y tiene u principal beneficio en la reducción de costo”. (<https://definicion.mx/>).

La estandarización es el proceso de ajustar o adaptar características en un producto, servicio o procedimiento; con el objetivo de generar mejoras en los métodos.

2.3.9 SOP (standard operating procedure).

“SOP” es un procedimiento operativo estándar, es un conjunto de instrucciones que describe todos los pasos y actividades relevantes de un proceso o procedimiento para lograr un completo control de la operación.

2.3.10 OPL (One Point Lesson).

Es una herramienta utilizada para la transferencia de conocimientos y habilidades simples o breves, se crea un estándar para realizar la lección sobre el punto aprendido.

- Estandarizar las medidas a tomar a través de las OPL
- y mejora de los estándares

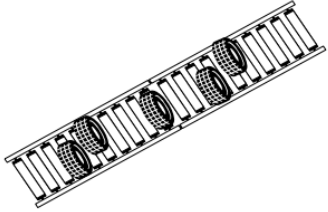
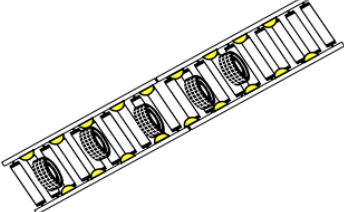
Fábrica	OPL				WCOM
Conocimiento básico <input type="checkbox"/>	Problema <input type="checkbox"/>	Mejora <input checked="" type="checkbox"/>	N°		
Autor:		Fecha:			
Antes			Después		
					
Problema: Neumáticos parados en el transportador inclinado			Mejora: Instalación de rodillos laterales		
Resultados: Los neumáticos ya no se quedan atascados en el transportador inclinado					
Fecha formación	-	-	-	-	-
Formador	-	-	-	-	-
Alumno	-	-	-	-	-

Ilustración 8. Ejemplo de OPL.

Fuente: Manual de capacitación TPM empresa EFESO

2.3.11 LILA (Limpieza, inspección, lubricación y ajuste).

El estándar LILA es una guía que ayuda a los operadores y técnicos de las máquinas a realizar mantenimiento autónomo mediante los procedimientos de limpieza, inspección, lubricación y ajuste para mantener los equipos mediante la limpieza libres de suciedad, la inspección ayuda al operador a detectar anomalías, la lubricación a mantener los equipos libres de desgastes forzados y el ajuste ayuda a que los equipos se mantengan en condiciones ideales.

2.3.12 PLAN DE CAPACITACIÓN

Un plan o programa de capacitación comprende una serie de acciones de entrenamiento y formación de personas, donde la transferencia de conocimiento puede servir de actividades teóricas o prácticas, siempre que se efectúen cambios o mejora en algún proceso es importante capacitar al personal en este nuevo cambio.

2.3.13 DIAGRAMA DE GANTT

El Diagrama de Gantt constituyó probablemente la primera técnica de control y planeación de proyectos que surgió durante la década de 1940 como respuesta a la necesidad de administrar proyectos y sistemas complejos de defensa de una

mejor manera. El Diagrama de Gantt muestra anticipadamente, de una manera simple, las fechas de terminación de las diferentes actividades del proyecto.

Los tiempos reales de cumplimiento se muestran mediante el sombreado de barras, si se dibuja una línea vertical en una fecha determinada, se podrá determinar qué componentes del proyecto están retrasados o adelantados.

2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES

Entre los antecedentes se encuentra documentado un proyecto de graduación desarrollado en la misma empresa.

Sánchez Acuña (2020), en su trabajo de investigación titulado: “MEJORA DE LA EFICIENCIA EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE BOTELLAS NÚMERO 1 EN LA PRESENTACIÓN DE 3 LITROS PLANTA REFRESCOS EN RÍO SEGUNDO DE ALAJUELA DURANTE EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL AÑO 2020.”, el objetivo de investigación era el incrementar la eficiencia y capacidad de la línea de producción.

3 CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

El enfoque de la investigación es de tipo cuantitativa, con ello se pretende medir a través de entrevistas y método de observación la relación que existe entre la maquinaria y el aumento de merma, a fin de que esta información sea transformada en datos numéricos.

3.1.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN PRODUCTIVA.

El proyecto se apoya en una investigación de campo y de revisión documental, mediante la recolección de datos propios de la empresa con el acceso a bases de datos digitales, registros y ordenes de producción disponibles con el fin de medir el desempeño del proceso, se evaluó el indicador de rendimiento de empaque primario de la línea de envasado número 12, también los datos de costos de mano de obra y el costo de operación de la línea, con el fin de determinar las causas esenciales del problema.

3.1.2 FUENTES DE INFORMACIÓN.

La principal fuente de información de este proyecto estaría compuesta por una entrevista realizada al Ingeniero de línea Jairo Cascante Chacón, junto con el personal del área de “Control de Operaciones” y el ingeniero Jose Leonidas Ostorga Ramírez; esto genera como resultado, delimitar la secuencia de pasos requeridos para el buen manejo de datos, de esta manera, proporciona información estrictamente necesaria para llevar a cabo el proyecto.

También se utilizan fuentes primarias como la observación directa mediante visitas de campo a la línea de producción, para, observar las actividades manuales de los operarios y las actividades de las máquinas en el proceso de fabricación además se establecieron reuniones y entrevistas no estructuradas al personal de producción; operadores, supervisores y personal técnico.

Por otra parte, se utilizaron fuentes secundarias, que permitieron sustentar la información recopilada a los aspectos teóricos relacionados con el objeto del estudio, mediante el respaldo de la revisión documental del material bibliográfico, trabajos científicos, consultas en Internet, archivos de la empresa del área de producción y manuales técnicos de las máquinas.

Como fuentes terciarias se consultan artículos revistas y foros de material sobre el desperdicio y el manejo de este, así como diferentes temas de interés para el proyecto.

El diagrama de Pareto se utilizó para identificar las fallas potenciales en el proceso de envasado de línea 12 y desarrollar acciones a partir del análisis de detección y el efecto provocado, por consiguiente, se obtuvo la prioridad de seleccionar los problemas principales.

La forma en que se procesaron los datos obtenidos por medio de las fuentes primarias, secundarias y terciarias, será, por consiguiente, los valores cualitativos que contribuyeron al análisis mediante la aplicación de herramientas como lo son el diagrama de Ishikawa y el análisis de los cinco por qué.

Mediante el diagrama Ishikawa se amplían las causas de las fallas en las principales máquinas de la línea estudiando el impacto según el método, mano de obra, máquina y materiales. De tal manera que estas herramientas permitan obtener un análisis verdadero y real de los resultados de las principales causas de pérdidas en la línea de producción, se pretende identificar el problema y atacar la causa raíz, para ello se inicia con la lluvia de ideas por parte del personal involucrado en cada máquina y luego el análisis de los 5 porqué para confirmar la causa y establecer medidas correctivas y preventivas.

3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICION Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO

El objetivo de esta etapa es la medición del desempeño del proceso, se midieron todos aquellos elementos que se consideraron de carácter valioso para el proyecto, los cuales corresponden a variables, indicadores para el análisis del problema, la información y tabulación de los datos productivos se obtiene de una base de datos de “Excel” propia e independiente de Línea 12, esa base de datos es alimentada directamente por los operadores de la línea y al mismo tiempo es utilizada por el departamento de control de operaciones para el seguimiento y

control de los datos, también se solicitó información al departamento de Control de Operaciones y los resultados del “informe de mermas de Refrescos, año 2020”

Se evaluó el indicador de rendimiento de empaque primario de la línea de envasado número 12, también se recolectaron los datos cuantitativos para realizar el análisis de la información, conocer el detalle de la mano de obra y el costo de operación, se utilizaron las bases de datos de producción para obtener las causas de la merma de materiales de empaque, los datos se presentan mediante gráficos y diagramas.

La Observación fue uno de los métodos más utilizados ya que permitió apreciar la realidad que se presenta en el proceso de envasado

Entrevistas no estructuradas: Por medio de preguntas al personal del área de producción, técnicos de mantenimiento y expertos (técnicos del fabricante) se obtiene información de interés para identificar las fallas potenciales en el proceso de envasado y desarrollar acciones a partir del análisis, la detección y el efecto, con el objetivo de reducir la merma en materiales y los costos de operación.

Análisis: a través del análisis se establecieron las relaciones causa efecto entre las variables en estudio mediante la tabulación de los datos y la información proporcionada por el departamento de Control de Operaciones “Informe de mermas de Refrescos, año 2020”.

3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA.

Para la identificación de causas que afectan el proceso productivo primero se clasifica la información con los datos que generan pérdida en el proceso productivo, luego se tabulan los datos correspondientes a las causas de pérdidas en los materiales de empaque primario para posteriormente elaborar los gráficos de Pareto y determinar las causas principales mediante el despliegue de la información, los datos son sustraídos de la hoja de cálculo de Excel “1-OPI L12” , además se respalda la información con los datos estadísticos de los contadores de las máquinas y de los registros físicos de producción.

Los datos que corresponden a mermas de materiales fueron suministrados por el departamento de Control de Operaciones extraídos de la base de datos de inventario digital (SAP).

También se utiliza la herramienta de análisis de causa y efecto para revisar y validar la hipótesis de las fallas que puedan causar pérdidas, además para determinar las causas y sub-causas que están generando los problemas en la línea de producción y consecuentemente desperdicio de los materiales, se pretende identificar el problema y atacar la causa raíz, para ello se presenta la información al personal involucrado en cada máquina y se realiza el análisis de los 5 porqué para confirmar la causa raíz y establecer medidas correctivas y preventivas.

Se trabaja con el esquema de trabajo “TPM” (mantenimiento total productivo) mediante la metodología reducción de defectos que comprende restablecer condiciones básicas; al recopilar información se proponen mejoras que ayudan a solventar los problemas con acciones correctivas inmediatas, se establecen algunos estándares de operación y acciones preventivas para que el defecto no vuelva a ocurrir, se toma en cuenta las opiniones y experiencias del personal operativo y de mantenimiento, posteriormente se obtiene información de los técnicos del fabricante de la línea “Krones”.

3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

En esta fase se identifican las propuestas para la solución de las causas estudiadas, con el fin de reducir el problema de pérdidas por materiales de empaque primario en la línea 12, el método aplicado en la empresa es “Mantenimiento Total Productivo” (TPM), utilizando la herramienta reducción de defectos (UPS).

Para este proyecto, la implementación de las propuestas son de acción inmediata, por lo que no se desarrolló prototipo ni se llevó a cabo plan piloto, los ajustes o cambios se hicieron conforme avanzó la implementación de las propuestas basadas en la capacitación al personal para que los colaboradores aprenderán a manejar y utilizar las herramientas y máquinas de forma más eficiente y precavida, además de la creación de manuales de procedimiento en las áreas de mayor necesidad para reforzar la correcta realización de las actividades, de esta manera

la persona que efectúe una función estará no solo capacitada si no que contará con una herramienta adicional de estandarización.

Siguiendo la metodología de mantenimiento autónomo (TPM), se modifican los registros estándares “LILA” a la línea de producción 12, para que los operadores realizan tareas sencillas de limpieza, inspección, lubricación y ajuste de los equipos, para evitar las fallas funcionales de las máquinas, que consecuentemente generan deterioro, por ende, paros en la línea que ocasionan pérdidas en tiempo de producción y mermas en los materiales.

Como primer paso se les comunicó a los operarios la implementación del programa de mantenimiento autónomo (TPM), se da la capacitación respectiva de las funciones y el llenado de los registros modificados durante el proyecto, se involucra a todo el personal de la línea y técnicos de mantenimiento.

El segundo paso de la implementación es llevar un control diario del cumplimiento de cada fase, el supervisor es el encargado de dar seguimiento por medio de la revisión de los registros implementados.

3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS.

Para lograr asegurar los resultados y el control de estos, se debe asegurar que los resultados de la metodología a través de la puesta en práctica son efectivos y cumplen con los requerimientos de la compañía, por lo tanto, se crea un grupo trabajo de mejora continua (TPM), para dar seguimiento en el período de implementación, y por medio de la creación de listas de control y estándares de métodos asegurar mantener las condiciones óptimas a través del tiempo.

También se implementa como parte de la metodología TPM, un sistema de control diario llamado “DSC” (Daily control system), los DCS son pequeñas reuniones que se realizan diariamente con el personal operativo, de mantenimiento y calidad para verificar y mostrar resultados de los indicadores de producción y para dar seguimiento a las tareas o implementaciones nuevas.

Para poder establecer la metodología de mantenimiento autónomo (TPM), se establece que los operadores de producción realicen el mantenimiento básico de sus equipos, buscando los mejores resultados de rendimiento, se consolidó el registro de limpieza, inspección, lubricación y ajuste de las principales máquinas de la línea consultando los manuales de fabricante:

- 0500-Lubrication_CAB_1708,
- 12000_Mechanic_BM_CAB_1801_ES
- 12400_Mechanic HM.3.0_1 day_1901_ES.

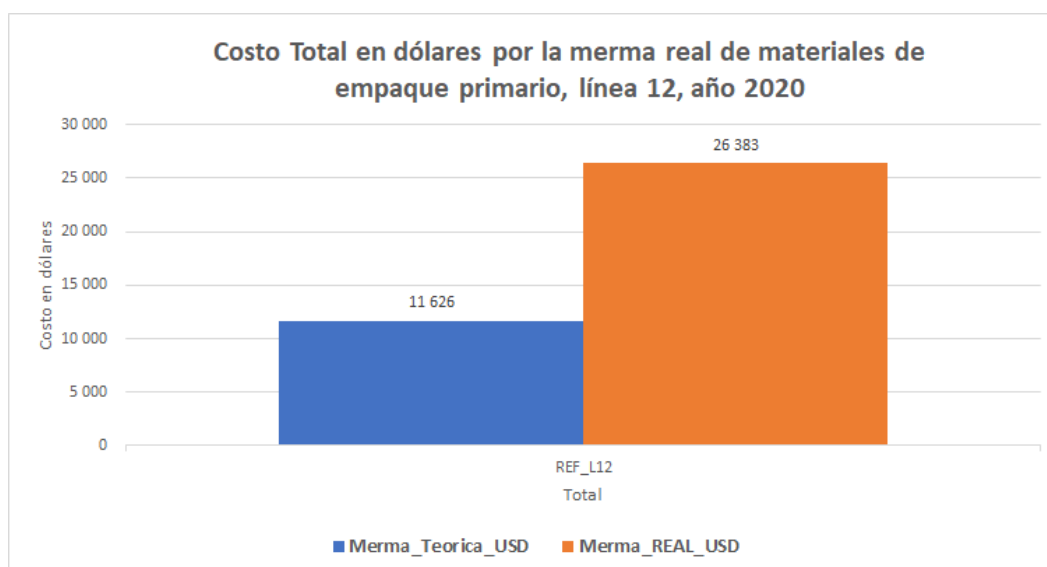
Lo primero que se recomienda para el control eficiente de las medidas ya efectuadas dentro de la empresa, es actualizar las hojas de control diariamente para dar un seguimiento al cumplimiento de los indicadores. (Ver anexos 15 y 16).

4 CAPÍTULO IV: LÍNEA BASE Y ANALISIS DE CAUSAS.

4.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El envasado es parte fundamental en la producción de bebidas, el objetivo del envasar es contener y mantener el producto bajo condiciones adecuadas para su posterior comercialización, en la industria de producción de refrescos se requiere de líneas especializadas para este proceso, en el año 2020, se inicia el envasado en una nueva línea de avanzada tecnología, la línea número 12, pero, con el inicio de la producción en esta línea aumenta la merma en materiales de empaque primario y por ende los costos de producción en Planta Refrescos, por lo tanto, se realiza un diagnóstico situacional para determinar las causas que ocasionan esa merma desmedida.

Gráfico 1. Costo Total en dólares por la merma real de materiales de empaque primario, línea 12, año 2020.



Fuente: Control de Operaciones "Informe de merma, planta REFRESCOS 2020.

Gráfico 1: Costo total por merma en material de empaque primario, año 2020, línea 12 demuestra una deficiencia en el rendimiento de los materiales de empaque, para, un costo de pérdida de 26 383 dólares.

4.2 DESCRIPCIÓN DE PROCESO DE ENVASADO LÍNEA 12

La línea de producción número 12, consiste en un conjunto de máquinas para envasar o embotellar el refresco o bebida, el proceso es automatizado, pero, el personal operativo debe de velar por el buen funcionamiento de las máquinas y calidad del producto terminado.

Para el llenado de botellas con la bebida la línea consta de un bloque aséptico, donde se realizan tres funciones muy importantes las cuales son la fabricación y desinfección del envase esa primera etapa se denominada **soplado de botellas**, luego esos envases pasan a la **llenadora** donde se incorpora la bebida en la botella y por último los envases o botellas pasan al **tapado**.

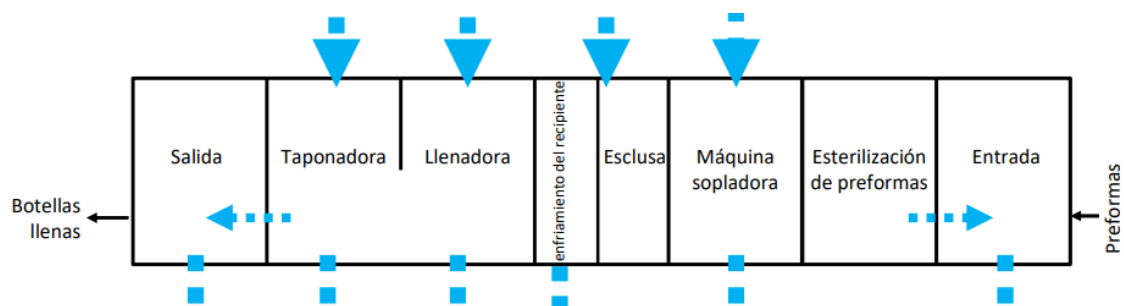


Ilustración 9. Diagrama del bloque aséptico de Llenado.

4.2.1 SOPLADORA DE ENVASES

El proceso de soplado consiste en tomar la preforma hecha de material PET y transformarla en botella.

Preformas: pequeños envases hechos de resina fundida utilizados para la fabricación de botellas.



Ilustración 10. Imagen de Preforma.

Fuente: San Miguel Industrias PET.

Diagrama del proceso de transformación de la preforma en botella.



Ilustración 11. Diagrama de proceso de soplado.

Fuente: Manual de Calidad PEPSICO.

4.2.1.1 Función de la máquina “Sopladora de botellas”

La Sopladora de envases es alimentada de preformas por medio de bandas transportadoras que van de la tolva de almacenamiento hacia la inspectora de preformas, la máquina inspectora de preformas revisa y selecciona las preformas, rechazando las preformas con defectos de golpes y ovalamiento en la boca.

Los datos del contador de la inspectora indican que para un ingreso total de 15 165 602 de preformas, se rechazaron 49 700 preformas lo que equivale al 0.33 %, las preformas que cumplen especificaciones pasan a la sopladora primero a una etapa de desinfección donde son enjuagadas con aire ionizado, luego pasan al horno de infrarrojos de la máquina para ser precalentadas con temperaturas hasta de 100 °C, estado en el cual el PET es deformable y alcanza una capacidad elástica, luego pasan a la etapa de pre soplado donde se les introduce aire de baja presión (6-10 bar), con el propósito de que la preforma vaya adquiriendo un estiramiento longitudinal y radial, por último, pasan a la etapa de soplado en donde se le ejerce aire a mayor presión y por un tiempo estimado de 4 a 6 segundos para tomar la forma de los moldes y convertirse en botella.

4.2.1.2 **Estadística del contador de la máquina sopladora**

En el contador de la sopladora, se indica que para una entrada de 29 021 989 de preformas, se tiene una merma **542 238 envases** (preforma que cumplió ciclo de soplado) lo que representa un **1.86 %** de pérdida y un alto costo por que la preforma ya cumplió el ciclo de transformación.

4.2.1.3 **Función de la máquina “INSPECTORA DE PREFORMAS”**

El sistema de inspección de preformas lo realiza la máquina inspectora, para esa función se determinan criterios de calidad y rechazo, la máquina inspectora de preformas es parte de la máquina sopladora de botellas.

4.2.1.1 **Estadística de “inspectora de preformas”.**

Los datos del contador de la inspectora indican que para un ingreso total de 15 165 602 de preformas, se rechazaron 49 700 preformas lo que equivale al 0.33 % del total de ingreso de preformas defectuosas.

Crterios de comprobación
Ovalidad
Daños
Defectos opacos

Ilustración 12. Criterios de inspección en preformas.

Fuente: Folleto Krones PET-View.

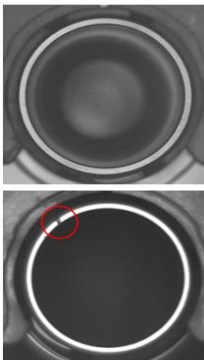


Ilustración 13. Defectos de preformas.

Fuente: Folleto Krones PET-View

4.2.2 LLENADORA DE BOTELLAS

Luego de la formadas las botellas y esterilizadas pasan de la sopladora a la llenadora a través de una zona de transferencia para incorporar el producto (refresco), el cual, es alimentado en las botellas desde arriba de la máquina llenadora, mediante una válvula de llenado sin contacto, una vez que el refresco es trasferido al envase se dosifica nitrógeno por medio de otra válvula para generar presión en la botella y crear una estabilidad para que la botella no colapse cuando se apila o entarima, y por último, para garantizar la hermeticidad del envasado se realiza el tapado.

La alimentación de tapas es por medio de bandas transportadoras que van desde la tolva de tapas hacia la parte superior de la llenadora, las tapas pasan primero al proceso de inspección realizado por una máquina inspectora, si la tapa cumple, pasa a la llenadora, caso contrario es rechazada, la aplicación de las tapas se realiza automáticamente por un acople de un grupo cabezales roscadores regulables (torque), aptos para los formatos y diseños de los envases, todo el proceso de llenado es aséptico. El refresco o bebida, los envases, el nitrógeno y las tapas pasan previamente por un ciclo de esterilización con el fin de evitar que el producto se contamine, la máquina debe mantener las condiciones de presión y temperaturas adecuadas dentro del bloque aséptico para mantener la esterilidad del proceso, al salir los envases o botellas de la llenadora, pasan a los transportadores que conducen el envase lleno y tapado a otra máquina inspectora llamada "CHEKMAT".

4.2.2.1 Diagrama de la Llenadora y la técnica de llenado Aséptico.

Técnica de llenado

Soluciones para el llenado aséptico

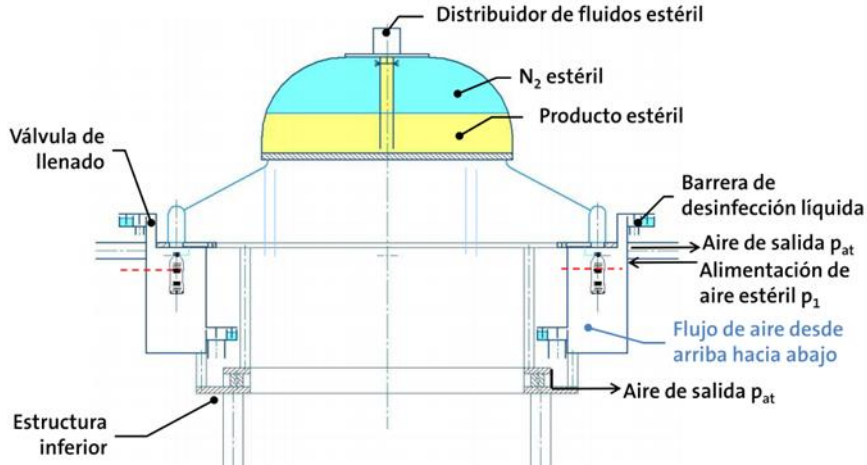


Ilustración 14. Diagrama de la llenadora/ técnica de llenado

Fuente: Manual de máquina Kronos Bloque Aséptico.

4.2.2.2 Función de maquina "INSPECTORA DE TAPAS."

Mediante un sistema de cámaras la máquina inspecciona y rechaza las tapas con defectos, deformaciones y ovalamiento.

Inspección

— Detección de fallos en tapones planos:

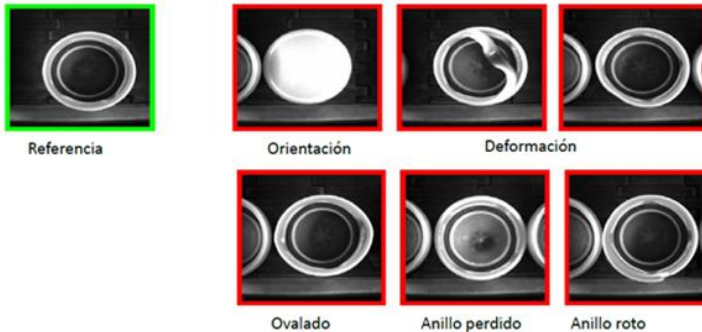
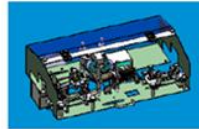


Ilustración 15. Detección de fallos en tapas, máquina inspectora de tapas, llenadora línea 12.

Fuente: Manual de máquina Kronos Bloque Aséptico.

4.2.2.3 Función de la máquina “INSPECTORA CHEKMAT.”

La máquina “inspectora CHEKMAT” está ubicada a la salida de la llenadora y su función es la inspección de la colocación de las tapas y el nivel de llenado de las botellas, en caso, que la botella no cumpla con especificaciones de tapado o presenten bajo nivel llenado, la botella será rechazada, por rechazo se pierde tapa, preforma y el refresco. La otra causa de rechazo de botella es por fallas es la máquina siguiente “codificadora” que es parte de la llenadora.

Control de los tapones	Zona de inspección: 360°
– Presencia	
– Altura	
Control de los tapones	Zona de inspección: 240°
– Posicionamiento incorrecto > 120° del contorno	
Control de los anillos de seguridad	Zona de inspección: 240°
– Daños > 120° del contorno	
– Zonas atrapadas > 120° del contorno	
– Perforación rota > 120° del contorno, rendija > 1 mm	

Ilustración 16. Inspección de colocación de tapa, chekmat, llenadora línea 12.

Fuente: https://www.krones.com/media/downloads/checkmat_fueller_es.pdf.

4.2.2.4 Estadística del contador de la máquina “Inspectora Chekmat”.

En el contador de la inspectora CHEKMAT indica que, para una entrada de 21 462 503 botellas, se tiene un rechazo de 87 161 botellas con producto, lo que representa 0.41 % y la pérdida de tapas, preformas y refresco, por lo tanto, un costo significativo por pérdida de materiales de empaque y materia prima (refresco).

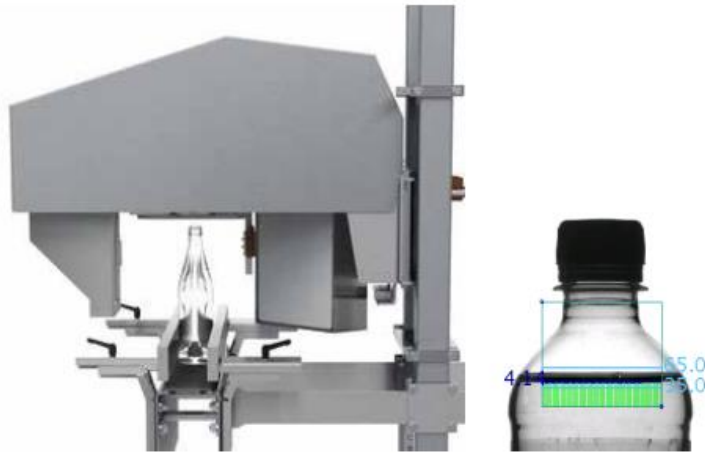


Ilustración 17. Inspección de nivel de llenado, "chekmat", llenadora línea 12.

Fuente: https://www.krones.com/media/downloads/checkmat_fueller_es.pdf

4.2.3 CODIFICADOR (VÍDEO JET):

Una vez que salen las botellas llenas y tapadas del bloque de llenado, pasan las siguientes etapas del proceso por medio de bandas transportadoras, todos los envases luego de ser llenados deben de llevar un código impreso en el cuello de la botella, para realizar esa impresión se utiliza una máquina codificadora que tiene un cañón de impresión, la cual, se activa al detectar envase e impregna el código previamente programado en la pantalla con la fecha de elaboración, hora, fecha de expiración y número de lote, el operador de la empacadora es asignado como responsable para la programación del codificador y en conjunto con el operador de la etiquetadora realizan una inspección constante alternando los tiempos de revisión de la impresión del vídeo jet.

4.2.4 ETIQUETADORA:

Luego de que las botellas han sido codificadas pasan a la máquina etiquetadora, el operador debe colocar los rollos de etiquetas para que estos, pasen por rodillos rotativos que introducen la cinta de etiquetas en la máquina etiquetadora al mismo tiempo que pasan los envases por las bandas transportadoras, la máquina tiene un sistema de corte, las etiquetas son colocadas de forma envolvente en los

envases, luego se aplica adhesivo termofusible al principio y al final de la etiqueta, para sujetarla bien al envase.

El etiquetado es parte sumamente importante en el proceso, debido a que, la etiqueta contiene la información del producto, como marca, nombre del producto, ingredientes información nutricional, contenido, código de barras, registro del ministerio de salud, contactos de servicio al cliente, etc., debe cumplir con las normativas del ministerio de salud de cada país de destino, compradas a proveedores específicos, se debe realizar inspecciones constantes del etiquetado, luego que cada botella tiene la etiqueta se contabiliza como producto terminado.

4.2.5 EMPACADORA (VARIOPAC):

Los envases ingresan a unas guías por medio de los transportadores, a la empacadora, la función de esta máquina es agrupar los envases para la formación de paquetes, una vez que está el grupo de envases listo, se aplica la envoltura de plástico termoencogible, por medio de unas guías, luego pasa al túnel de retractilado mediante una corriente de aire caliente el plástico se encoge y forma mediante el calor el paquete (pack), el proceso es completamente automático, el operador debe colocar únicamente los rollos de plástico en los cargadores de la máquina.

4.2.6 ENTARIMADO Y PALETIZADO

Siguiendo el proceso de línea los paquetes ingresan por medio de los transportadores que vienen de la empacadora hasta la máquina de entarimado, los paquetes son colocados según un diseño predeterminado, luego se forman las camas o capas, sobre cada capa se coloca una lámina de cartón, luego que está listo el entarimado se pasa una envoltura con plástico stretch, la aplicación del plástico es por un brazo robótico que gira alrededor de la tarima o pallet aplicando cierta tensión para mayor estabilidad y asegurar que los paquetes no se vayan a caer de las tarimas durante el transporte o almacenamiento, una vez que sale el pallet con la envoltura, se coloca automáticamente una etiqueta con código de barras que contiene la información de la orden de producción, es en esa etapa que finaliza el

proceso productivo, para esta esta etapa el operador de la máquina y el montacarguista deben estar pendientes tener los suministros en la máquina, tarimas de madera, láminas de cartón y los de rollos de plástico stretch, esta es la etapa final del proceso de producción, luego los montacarguista debe retirar las tarimas, leer el código de barras que automáticamente pasa al inventario de bodega de producto terminado.

4.2.7 FUNCIONES OPERACIONALES DEL EQUIPO HUMANO DE LÍNEA DE ENVASADO NÚMERO 12

Las funciones que ejecuta el personal de la línea se determinaron mediante la observación directa del proceso de envasado línea 12 y entrevistas a los operadores y supervisores, debido a las políticas de la empresa de confidencialidad no se acudió al perfil de puestos, se determinó que las funciones operacionales a ejecutar son las siguientes:

- Vigilancia y seguimiento del funcionamiento de la máquina.
- Mantener las condiciones adecuadas para el Funcionamiento normal de cada máquina.
- Estar pendientes de señales y alarmas acústicas y/o luminosas, mensajes informativos en paneles o pantalla de las computadoras de cada máquina
- Dar seguimiento y resolver los incidentes o anomalías presentadas y restablecer el funcionamiento de cada máquina.
- Mantener la velocidad óptima de la máquina para no retardar o provocar paros en la línea.
- En los paros por finalización de turno, por cambios en la producción, etc. operar conforme a los procedimientos establecidos.
- Utilizar en todo momento los equipos de protección adecuados para realizar las tareas del puesto de trabajo.
- Realizar todas las tareas del puesto de trabajo con el máximo nivel de calidad posible. Los transportadores de la línea son completamente automatizados, están sincronizados en las diferentes estaciones del proceso, por lo que, si

una estación o máquina se detiene, envía las señales de paro maquina principal (llenador

4.2.8 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ENVASADO LÍNEA 12

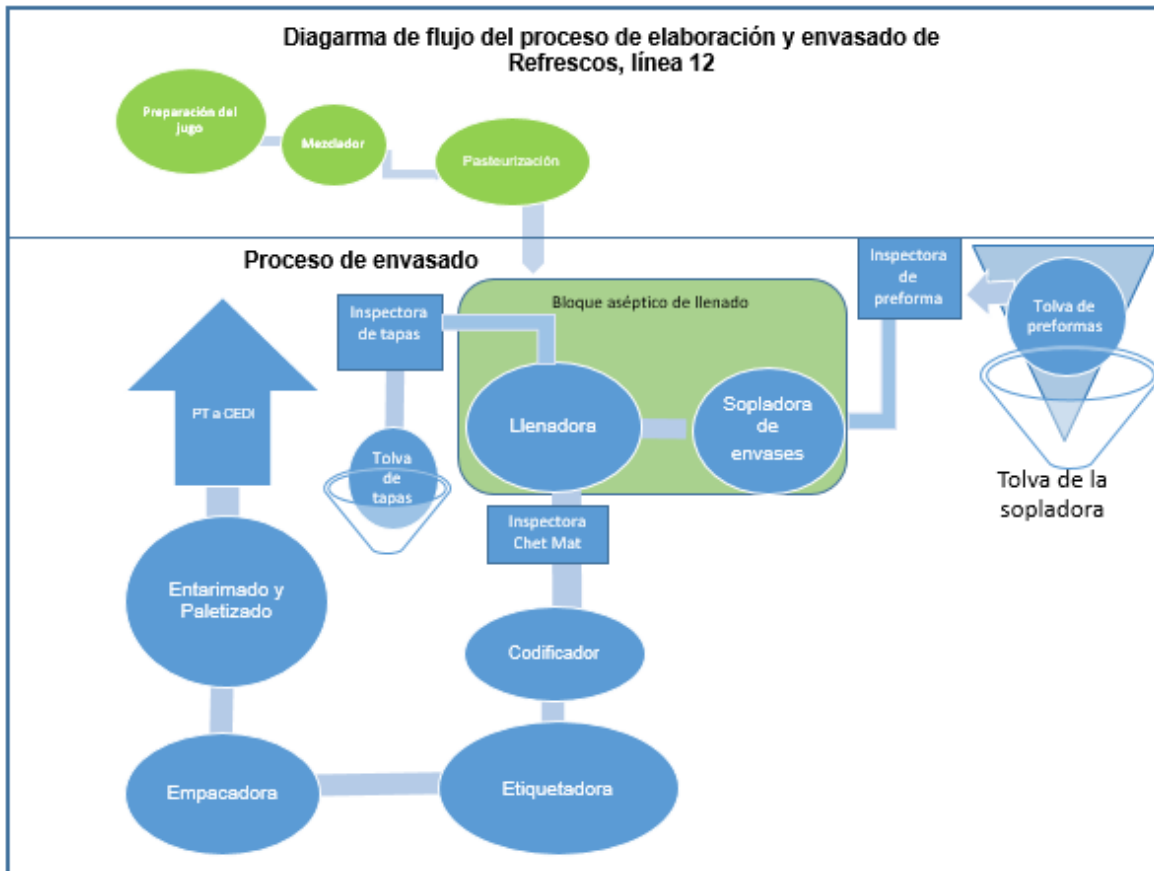


Ilustración 18. Diagrama de Flujo de proceso de elaboración de refrescos, línea 12.

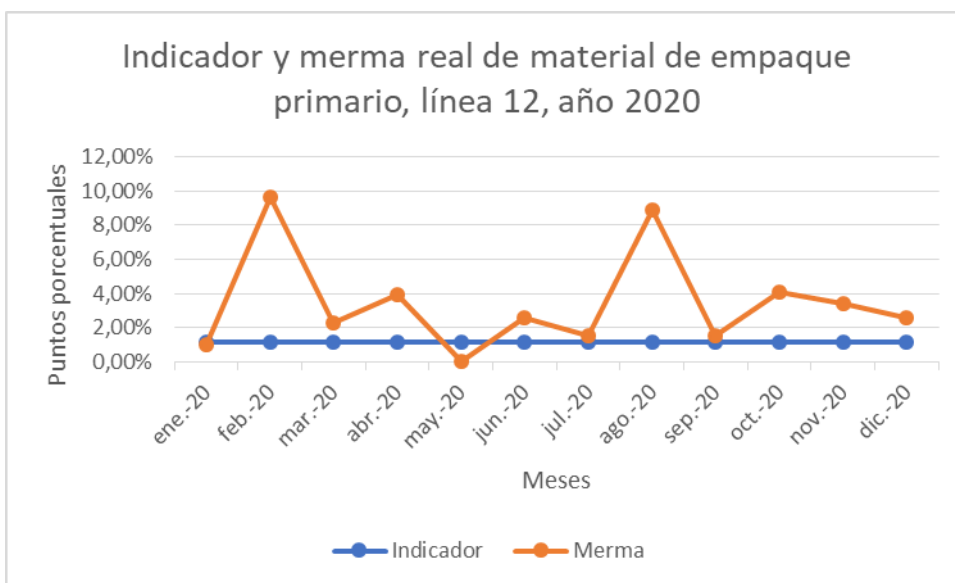
Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 18: diagrama de flujo, se muestra en forma gráfica el proceso descrito anteriormente, las fases del proceso está seccionadas por máquina, para cumplir a cabalidad el proceso se requiere de la participación de los operadores de cada máquina, técnicos de mantenimiento, supervisores, ingeniero de línea y personal de calidad.

4.3 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Para el desarrollo del trabajo se analizan los datos mensuales del período 2020 ya que abarca todo un período de producción, se muestran los resultados mediante la gráfica de merma real de material de empaque primario de la línea 12.

Gráfico 2. “Indicador y merma real de material de empaque primario, línea 12, año 2020.”



Fuente: Departamento de Control de Operaciones.

El gráfico 2, muestra los porcentajes de merma real en materiales de empaque primario de todos los meses del período 2020.

En el mes de enero, no se reportó merma debido a que se realizaron pruebas y ajustes por parte de los técnicos especializados del fabricante “Krones” previos al arranque de producción, no se reporta merma, ya que, los materiales son destinados únicamente para realizar pruebas, por lo tanto, no se reportan en el consumo de producción.

En el mes de mayo no se programó producción en L12, por lo tanto, no se reporta merma (0). En los meses de julio y setiembre se puede apreciar que la merma real estuvo muy cerca del objetivo del indicador, esto según los datos obtenidos del registro de producción, ambos meses presentan un resultado de indicador de merma en material de empaque de 1.5 %, al analizar la información se

denota que la frecuencia de fallas y averías en la máquina llenadora es menor que la de los otros meses. A continuación, el detalle de la información de la producción de los meses de julio y setiembre del año 2020.

Datos de desempeño y eficiencia en la producción del mes de julio, línea 12, data de producción.

Efficiency 79,28%									
Calidad	Desempeño	Disponibilidad	Cantidad real producida - sap	Velocidad real (bot/h)	TIEMPO REAL DE PRODUCCIÓN	PAROS LARGOS (BREAK DOWN)	TIEMPO DE OPERACIÓN	PAROS CORTOS (MINOR STOP)	PERDIDAS DE VELOCIDAD
100,0%	61,4%	67,1%	1 398 760	14 984	164,63	12,53	152,10	58,75	31,86

Ilustración 19. Indicador de desempeño productivo (OPI), línea 12, mes de julio 2020.

Fuente: Departamento de Control de Operaciones.

Según la ilustración 19 se puede extraer que en el mes de Julio el tiempo real de producción es de 164, 63 horas, se tiene una pérdida del tiempo de producción por paros largos de 12,53 horas, paros cortos de 58,75 horas y pérdidas de velocidad de 31.86 horas, la velocidad de la llenadora por hora fue de 14 934 botellas por hora y se produjeron en total 1 398 760 botellas de producto terminado, a continuación, el detalle de los paros largos y paros cortos de llenadora para dicho mes.

DETALLE DE PARO	Duración	Frecuencia
Avería en coronadores	10,08	2
Avería en válvulas	1,48	1
Avería en Programa	0,78	1
Avería Check MAT-Llenadora	0,18	1
Total	12,53	5

Ilustración 20. Detalle de paros largos en el mes de julio 2020, Línea 12.

Fuente: Excel "1-OPI Línea 12"

Como se observa en la ilustración 20, se presentan cinco paros largos por averías durante el mes de julio en la máquina llenadora, los paros largos, son paros mayores a 5 minutos, o paros en los que hay una intervención de los técnicos de

mantenimiento, se dan por alguna avería o falla en la máquina y generalmente se trata de una falla específica o puntual por lo que son fáciles de corregir por tratarse de averías obvias, se genera la pérdida de materiales sólo por la frecuencia en los paros, ya que, al parar y arrancar la línea se genera la pérdida de material específicamente de preformas, en cada paro se pierden mínimo 240 preformas, porque la sopladora envía señal de vaciamiento del horno y la zona de transferencia.

DETALLE DE PARO	Duración	Frecuencia
Esterilización en producción (sin enjuague)	2,92	3
Acumulación de tapas	1,88	14
,	1,70	1
	0,83	5
Tapa pegada en bajante	0,82	5
Cambio de filtros	0,72	1
Botella caída en salida	0,45	3
Temperatura 101	0,35	1
Tapa pegada en cabezal	0,17	1
0	0,10	1
Llenado de Trampas	0,05	1
Ajustes en pistones	0,03	1
Total	10,02	37

Ilustración 21. Detalle de paros cortos en el mes de julio 2020, Línea 12.

Fuente: Excel "1-OPI Línea 12"

En la ilustración 21, paros cortos en llenadora se presenta una frecuencia de paros de 37 paros para un tiempo de 10.02 horas, si se multiplica la pérdida de preformas del horno y zona de transferencia (240) por cada paro, se obtiene un resultado de 8880 preformas lo que equivale a un 0.63 % aproximadamente de pérdida por paros pequeños de la llenadora la frecuencia de los paros afecta la pérdida de materiales de tapas, preformas y jugo, como se observa en los datos la mayor frecuencia de paros (14), por acumulación de tapas, y la cantidad de tapas fue de 5330, lo que representó un 0.38 % de pérdida de tapas por fallas en llenadora.

Los paros en las otras máquinas de la línea provocan la pérdida de velocidad ya que la llenadora sólo se mantiene en producción, cuando las señales de las

siguientes máquinas están en producción, la pérdida de velocidad afecta la eficiencia de la línea, pero no influye en pérdidas de materiales.

Datos de desempeño y eficiencia en la producción del mes de setiembre, línea 12.

Efficiency 90,14%									
Calidad	Desempeño	Disponibilidad	Cantidad real producida - sap	Velocidad real (bot/h)	TIEMPO REAL DE PRODUCCIÓN	PAROS LARGOS (BREAK DOWN)	TIEMPO DE OPERACIÓN	PAROS CORTOS (MINOR STOP)	PERDIDAS DE VELOCIDAD
100,0%	54,8%	80,4%	1 816 961	22 235	155,22	6,18	149,03	67,32	0,00

Ilustración 22. Indicador de desempeño productivo (OPI), línea 12, setiembre 2020.

Fuente: Departamento de Control de Operaciones.

Como se muestra en la ilustración 22 en el mes de setiembre el tiempo real de producción es de 155, 22 horas, se tiene una pérdida del tiempo de producción por paros largos de 6,18 horas, paros cortos de 67,18 horas, no hay pérdidas de velocidad, la velocidad de botellas por hora fue de 22 235, se produjeron 1 816 961 botellas de producto terminado, a continuación, el detalle de los paros largos y paros cortos de llenadora para el mes de julio.

DETALLE DE PARO	Duración	Frecuencia
Avería en sistema de engomado	3,22	1
Avería en alimentador de preformas	1,83	1
Avería en pinzas	1,13	1
Total	6,18	3

Ilustración 23. Detalle de paros largos en el mes de setiembre 2020, Línea 12.

Fuente: Excel "1-OPI Línea 12".

Como se observa en la ilustración 23, sólo se presentaron tres paros largos por averías en las máquinas etiquetadora y sopladora, como la frecuencia de esas averías es puntual, la pérdida de material en etiquetas y preformas es mínima, únicamente por los ajustes de realizados luego de cada paro, para el mes de

setiembre no se reportaron paros largos en llenadora, por lo que no hay pérdida significativa de preformas y tapas por paros largos, a diferencia del mes de julio si se presenta una mayor frecuencia en paros menores.

DETALLE DE PARO	Duración	Frecuencia
0	12,35	6
Tapa pegada en bajante	5,32	8
Ajustes en pistones	2,42	1
Acumulación de tapas	2,28	25
Botella caída en salida	1,67	5
Esterilización en producción (sin enjuague)	1,57	2
,	0,83	1
	0,72	4
Llenado de Trampas	0,27	2
Temperatura 101	0,25	1
Ajuste dosificador de nitrógeno	0,23	1
Tapa pegada en cabezal	0,17	1
Ajuste de niveles de llenado	0,15	2
Ajuste de sensor	0,10	1
Grand Total	28,32	60

12. *Ilustración 24. Detalle de paros cortos en la máquina llenadora, mes de setiembre, Línea*

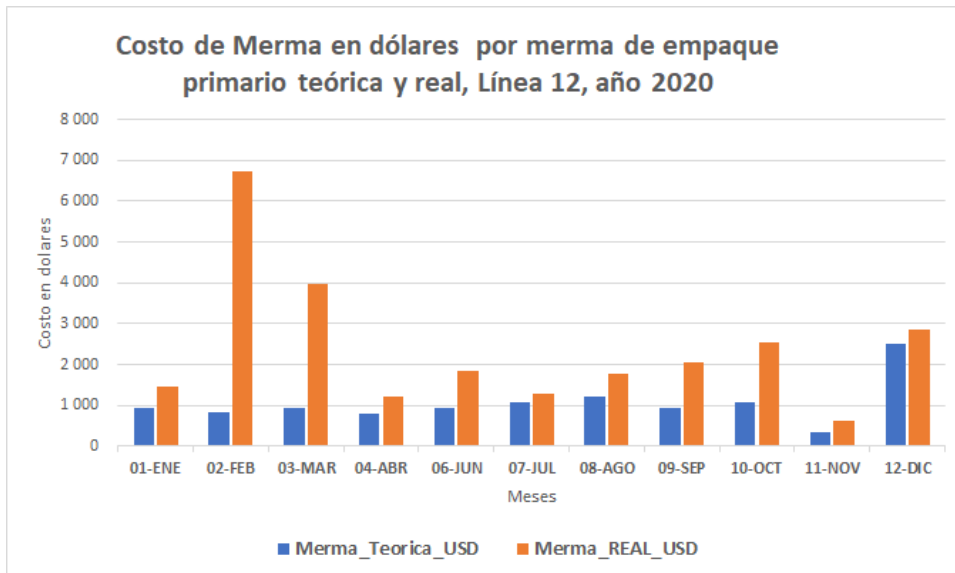
Fuente: Excel "1-OPI Línea 12".

En la ilustración 24, paros cortos en llenadora, se presenta una frecuencia de paros de 60 paros cortos para un tiempo de 28,32 horas, en el caso de la llenadora la frecuencia de los paros afecta la pérdida de materiales, la mayor incidencia de paros cortos fue a igual que en el mes de julio por acumulación de tapas 25 eventos, lo que genera una pérdida de material de 18 400 tapas equivalente a 1.01% y preformas por cada paros de 240 preformas por el total de eventos (60), una pérdida de 14400 preformas en promedio por paros pequeños para un porcentaje de pérdida aproximado de 0.79% por fallas en máquina llenadora, no hubo pérdida de velocidad, por lo tanto, la eficiencia de la línea para el mes de setiembre fue de 90,14 %.

4.3.1 COSTO POR EXCESO DE MERMA EN EMPAQUE PRIMARIO.

En la información brindada por el Departamento de Control de Operaciones los datos indican que existe un consumo desmedido de los materiales de empaque primario, proceso que genera la principal pérdida económica en elaboración de bebidas para el año 2020

Gráfico 3. Costo en dólares por merma en material de empaque primario teórica y real, Línea 12, año 2020.



Fuente: Control de Operaciones “Informe de merma, planta REFRESCOS 2020”.

Como se muestra en el gráfico 3, el comportamiento mensual en la merma de material de empaque para la línea 12, es desfavorable durante todo el período del año 2020, la merma real sobrepasa la merma teórica o merma permitida. El cálculo de merma teórica se realiza con base a los datos históricos del comportamiento de merma real de todas las líneas de envasado, se calcula por tipo de material; estableciendo un porcentaje pérdida sobre el volumen de producción.

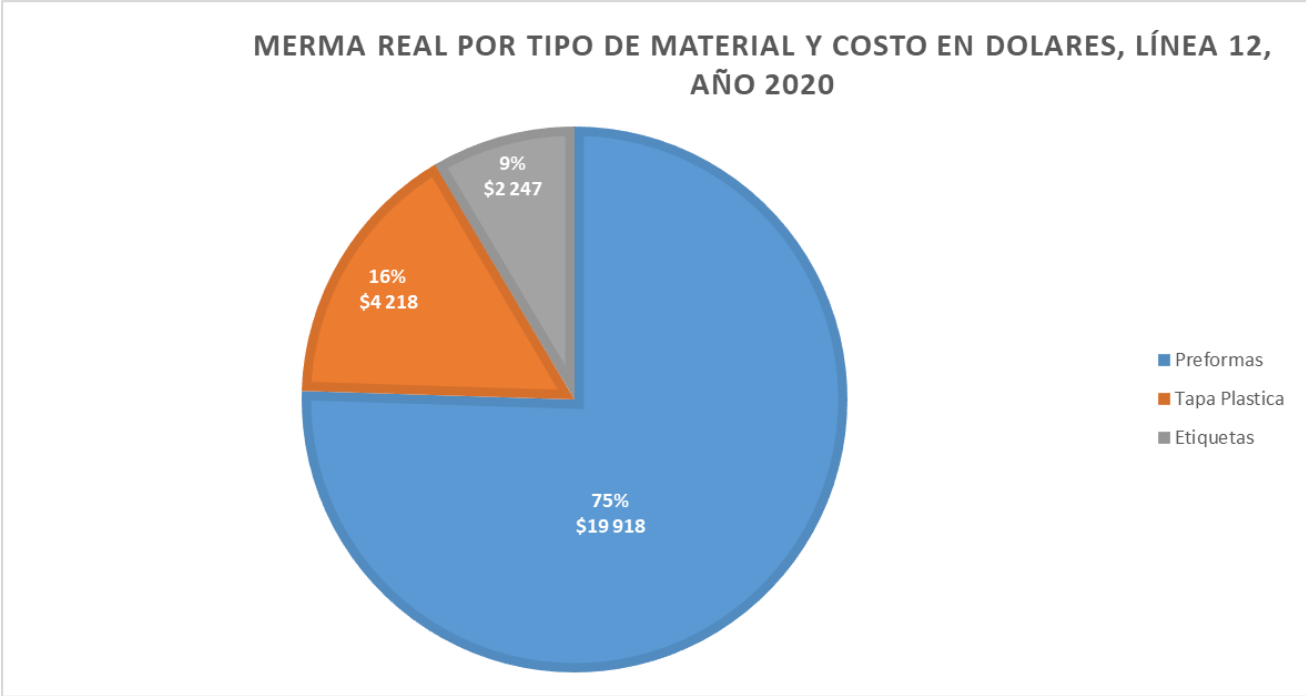
La merma de los materiales de empaque primario se contabiliza en unidades de preformas, tapas y etiquetas para el envasado de bebidas, cada unidad de producto terminado requiere de una unidad de cada uno de estos materiales.

Se considera producto terminado a la botella con jugo, tapa y etiqueta luego de ser codificada y cumpla con las especificaciones de calidad, para complementar la información de los costos de material se grafica la suma de pérdida de los materiales por el costo para demostrar el impacto negativo en la rentabilidad de la empresa por la ineficiente utilización de los recursos. (Ver gráfico 4)

4.3.1.1 COSTO POR TIPO DE MATERIAL.

Continuando el análisis por costos en merma de materiales de empaque, se grafica la merma por tipo de material, para evaluar el material que genera mayor pérdida económica.

Gráfico 4. Merma real por tipo de material de empaque primario, línea 12, costo en dólares.



Fuente: Control de Operaciones "Informe de merma, planta REFRESCOS."

El gráfico 4 muestra el impacto económico por tipo de material, como se puede apreciar en el gráfico, el costo por pérdida refleja que el 75% corresponde a la merma de preformas con un costo de \$19 918 al realizar la conversión a colones con tipo de cambio en dólar a 615,5 colones se obtiene el resultado de ₡12 259

529 millones de colones, la tapa representa un 16 % del costo correspondiente a \$ 4 218 (¢ 2 596 179 millones de colones), siendo la merma de etiqueta un 9% del total del costo de pérdidas de \$2 247 (¢ 1 383 029 millones de colones).

Como se puede apreciar en el gráfico, la merma de preformas es mucho mayor, siendo el 75% del costo por merma de material de empaque primario, esto se debe a que el valor unitario de cada preforma es mucho mayor al de los otros materiales, lo que demuestra que al reducir la merma en preformas va a generar un mayor beneficio económico.

A continuación, los datos de mermas por tipo de material, según el flujo de proceso.

4.3.2 MEDICIÓN DE LOS TIPOS DE MERMA POR PROCESO.

Es la etapa donde se estudia la importancia de cada tipo de merma en relación con el porcentaje de participación del exceso de merma. El cálculo porcentual de merma se obtiene de la diferencia entre cantidad planeada a producir (base cero) y el consumo real de cada material.

Tabla 1. Merma de preforma línea 12, año 2020.

Descripción componente	CANT BASE CERO	CANT REAL	Variac Cant	% Merma Permitida	% Merma Real
Preforma Pet 54.1g 1881 natural 100%RPET	2 226 389	2 308 143	81 754	1,5%	3,7%
Preforma clara 54.1 grs Virgen	360 480	370 104	9 624	1,5%	2,7%
Preforma 26 g cuello 33 mm para 600 mL	14 829 576	15 035 311	205 735	0,8%	1,4%
Promedio				0,9%	2,6%
Total:	17 416 445	17 713 558	297 113		

En la tabla n°1, la primera columna corresponde tipo de preforma, la segunda columna la cantidad de a producir (cant base cero), la tercera columna es la cantidad real de consumo, la cuarta columna es la diferencia de cantidad real menos la cantidad a producir, la quinta columna es el porcentaje de merma teórica y la última columna corresponde al porcentaje de merma real, de los resultados se obtiene que para generar total 17 416 445 de botellas (cantidad base cero), se tiene una merma de 297 113 preformas, lo que representa un promedio de 2.6 % de merma para la producción este del año 2020.

Tabla 2. Merma de tapa línea 12, año 2020.

Descripción componente	CANT BASE CERO	CANT REAL	Variac Cant	% Merma Permitida	% Merma Real
Tapa Plana Trop 1881 Roja Bericap 7103	1 283 562	1 318 555	34 993	0,7%	2,7%
Tapa 33mm Gatorade	14 829 576	15 192 990	363 414	0,2%	2,5%
Tapa Plana Tropi 1881 Azul Beric 7103	1 176 270	1 178 353	2 083	0,7%	0,2%
Promedio				0,6%	1,8%
Total:	17 289 408	17 689 898	400 490		

En la tabla n°2, la primera columna corresponde tipo de tapa, la segunda columna la cantidad de a producir, la tercera columna es la cantidad real de consumo, la cuarta columna es la diferencia de cantidad real menos la cantidad a producir, la quinta columna es el porcentaje de merma teórica y la última columna corresponde al porcentaje real de merma, de los resultados se obtiene que para generar total 17 289 408 botellas con tapa (cantidad base cero), se tiene una merma de 400 409 tapas, lo que representa el 1.8 % en promedio de merma para este material en el año 2020.

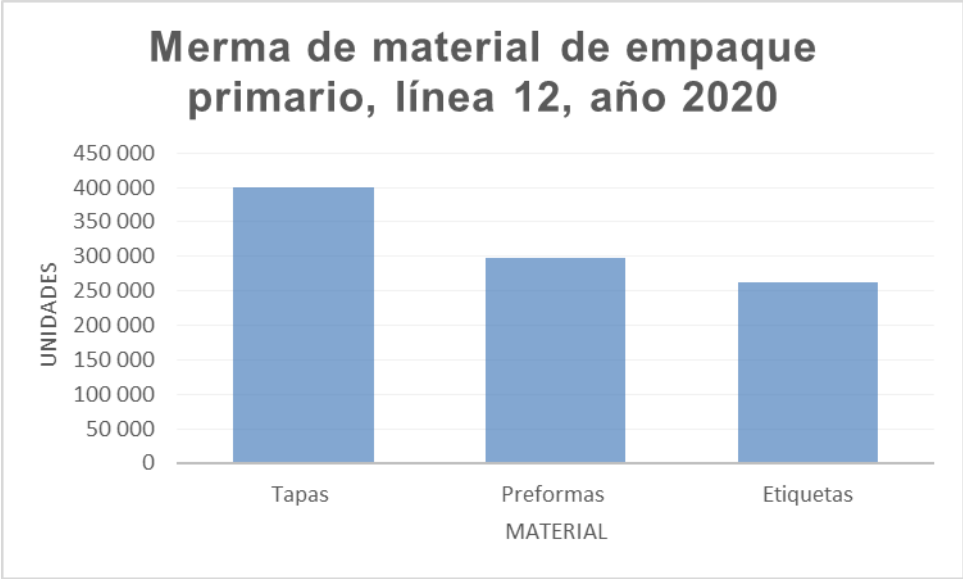
Tabla 3. Merma de etiqueta línea 12, año 2020.

Descripción componente	CANT BASE CERO	CANT REAL	Variac Cant	% Merma Permitida	% Merma Real
Etiqueta Kerns Te Blanco Arándano 3L V3	356 025	365 509	9 484	0,8%	2,7%
Etiqueta Tropi 3L Té Blanco V003	620 136	636 135	15 999	0,8%	2,6%
Etiqueta Tropi 3L Té verde Manzana	63 912	65 501	1 589	0,8%	2,5%
Etiqueta 600 mL Gatorade Lemon Lime	915 408	937 415	22 007	0,5%	2,4%
Etiqueta Kerns Te Negro Melocotón 3L V1	159 852	163 620	3 768	0,8%	2,4%
Etiqueta 600 mL Gatorade Melon V2	440 856	450 412	9 556	0,5%	2,2%
Etiqueta 600 mL Gatorade Grape	3 164 472	3 224 780	60 308	0,5%	1,9%
Etiqueta Tropi Té Melo 3L V003	815 022	829 163	14 141	0,8%	1,7%
Etiqueta 600 mL Gatorade Cool Blue Raspb	2 594 040	2 636 822	42 782	0,5%	1,6%
Etiqueta 600 mL Gatorade Fresandia	529 848	538 175	8 327	0,5%	1,6%
Etiqueta Kerns Te Negro Melocotón 3L V2	311 172	316 045	4 873	0,8%	1,6%
Etiqueta 600 mL Gatorade Fruit Punch	5 283 144	5 336 695	53 551	0,5%	1,0%
Etiqueta 600 mL Gatorade Orange	1 901 808	1 918 553	16 745	0,5%	0,9%
Promedio				0,6%	1,9%
Total:	17 155 694	17 418 825	263 131		

En la tabla n°3, la primera columna corresponde tipo de etiqueta, la segunda columna la cantidad de a producir, la tercera columna es la cantidad real de consumo, la cuarta columna es la diferencia de cantidad real menos la cantidad a producir, la quinta columna es el porcentaje de merma teórica y la última columna

corresponde al porcentaje real de merma, de los resultados se obtiene que para generar total 17 418 825 botellas con tapa(cantidad base cero), se tiene una merma de 263 131 t etiquetas, lo que representa el 1.9 % en promedio de merma para este material en el año 2020.

Gráfico 5. Merma de material de empaque primario, línea 12, año 2020.



Fuente: Control de Operaciones “Informe de merma, planta REFRESCOS 2020.

En el gráfico 5, se presentan materiales de empaque primario por cantidad de pérdida, la mayor pérdida por cantidad se generó en la tapa 400 490 unidades, seguido de las preforma con una pérdida en el proceso de 297 113 unidades y 263 131 etiquetas.

4.4 PÉRDIDAS DE MATERIAL OCASIONADAS EN EL PROCESO DE ENVASADO.

Se realiza un estudio sobre el proceso de envasado en relación con las actividades manuales o en máquina, a partir de esa caracterización se puede identificar los procesos donde se originan las mermas.

4.4.1 EL MATERIAL NO CUMPLE LAS ESPECIFICACIONES.

Son pérdidas asociadas a la calidad y cumplimiento de las especificaciones de los materiales, la pérdida se da en el proceso cuando el material es rechazado por las máquinas inspectoras de preforma, inspectora de tapas y la inspectora de llenado "Checkmat", la inspección es automática, si el material no cumple los parámetros establecidos en las máquinas inspectoras se tiene pérdida de material.

4.4.2 PÉRDIDAS POR AVERÍAS O FALLAS EN LAS MÁQUINAS.

Los eventos de averías o fallas de algunas máquinas generan merma de los materiales, la frecuencia de paros o fallos en llenadora ocasiona pérdida de preformas y tapas, además de jugo, algunas fallas de la máquina sopladora provoca pérdida de preformas, además, por ser un bloque aséptico, al abrir alguna de las máquinas (Llenadora o Sopladora) para reparar o ajustar, se pierde la esterilidad, por lo que automáticamente se detiene el proceso de envasado y se inicia el ciclo de esterilización, en resumen cada vez que se hacen intervenciones en cualquiera de las máquinas del bloque aséptico se debe realizar la esterilización que tarda dos horas, en la etiquetadora las fallas son poco frecuentes y la pérdida de material por paros es casi nula dependiendo de la falla se pierde poca cantidad de etiquetas.

Las averías son causadas por fallas o desajustes en la maquinaria, pueden ser causas crónicas, es decir por motivos que se desconocen o son pocos tratados (paros pequeños); existen también las causas esporádicas que en general pérdidas que se producen por causas conocidas (Paros Largos), son fáciles de corregir ya que son obvios, pero requieren la intervención del personal técnico, tiempo disponible de la maquinaria (sin producción) y los repuestos para las reparaciones.

4.4.3 PÉRDIDAS POR AJUSTES.

Cada vez que se cambia la presentación de envasado (formato); de envase de 600 mililitros a 3L Tropical o viceversa, se debe realizar un cambio de todas las partes de las máquinas y se debe realizar una serie de ajustes, al ajustar máquinas se genera una pérdida de materiales por los paros provocados para ajustar o por

realizar malos ajustes, estos paros son clasificados como paros pequeños y son responsabilidad del operador de cada máquina.

4.5 ANÁLISIS DE CAUSAS EN LA PROBLEMÁTICA DE EXCESO DE MERMA.

Para determinar el origen de la pérdida de los materiales de empaque: preformas, tapas y etiquetas, se realiza una matriz de priorización, evaluando mediante las 5 M cada etapa del proceso.

La matriz se elaboró en conjunto con el supervisor de producción y el operador de la máquina sopladora, los pasos de fueron los siguientes:

Primero se determinaron las etapas del proceso de envasado de línea 12, luego se enumeraron las mermas de los materiales para determinar el origen, luego se estableció un peso o ponderación relacionado las 5 M (Máquina, Método, Mano de Obra, Material y Medio Ambiente) de la siguiente manera: 1=BAJO; 2= MEDIO; 3= ALTO, cada máquina se correlaciona a la merma de material. A continuación, la matriz de priorización.

Tabla 4. Matriz de priorización fases del proceso de envasado Línea 12.

Tipo de falla po merma	Etiquetadora					Chetkmat Llenadora					LLenadora					Inspectora de Tapa					Sopladora					Inspectora de preforma				
	Máq	Met	M.O	Mat	M.A	Máq	Met	M.O	Mat	M.A	Máq	Met	M.O	Mat	M.A	Máq	Met	M.O	Mat	M.A	Máq	Met	M.O	Mat	M.A	Máq	Met	M.O	Mat	M.A
- Merma Preforma	1	1	1	1	1	3	3	2	3	1	3	3	2	3	1	1	1	1	1	1	3	3	2	3	1	3	3	2	3	1
Merma tapa	1	1	1	1	1	3	3	2	3	1	3	3	2	3	1	3	3	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Merma Etiqueta	3	3	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

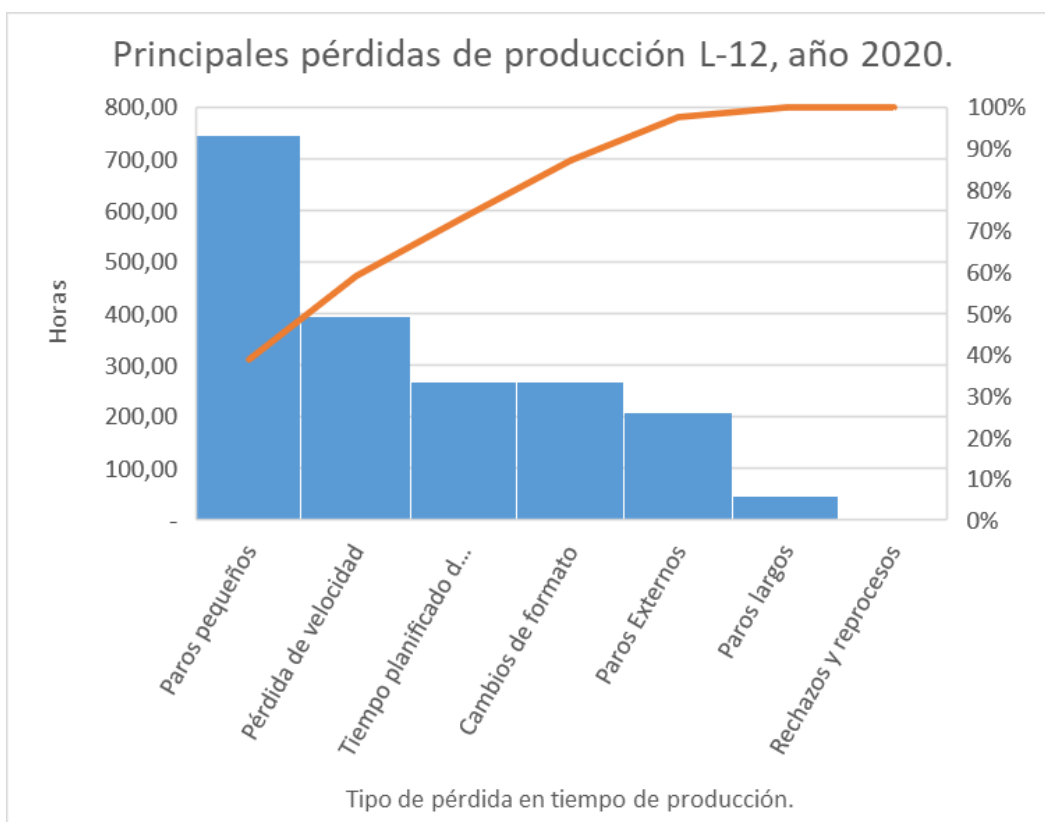
Como resultado de la matriz priorización, se puede determinar que el origen de las mermas de materiales de empaque se centralizan en la maquina llenadora (merma de tapas y preformas), la “inspectora Chetkmat” es parte de la llenadora, pero, se separa en la matriz para evaluar la función como parte del proceso, posteriormente se relaciona el proceso de cada máquina con las 5 M, en la máquina llenadora impactan lo que es maquinaria, el método y material, en el punto 4.5 se

detalla análisis de causa y efecto para identificar las causas de merma de preforma y tapa.

4.5.1 DIAGRAMA DE PARETO PÉRDIDAS EN LA LÍNEA 12.

Luego de obtener el resultado de análisis de la matriz de priorización, según la ponderación de las 5 M, se toman los datos de producción del año 2020 de la línea 12 y se muestra mediante gráficos de Pareto las principales causas de pérdidas en producción.

Gráfico 6. Pareto de las principales pérdidas en producción de la línea 12.



Fuente: Base de datos indicador de desempeño "1-OPI-L12", año 2020.

En el gráfico 6, Pareto de las principales pérdidas en producción de la línea 12, se obtiene de la información extraída de la base de datos del indicador de desempeño de la línea, de la cual se determina que de un tiempo total de 2766 horas disponibles para la producción, se tuvo una pérdida total de 1921,81 horas,

clasificadas pérdidas por paros pequeños, perdidas de velocidad, tiempo planificado de no uso, cambios de formato, paros externos y paros largos, por lo tanto, el tiempo real de producción real fue de 844 horas, lo cual, evidencia la alta pérdida en horas productivas según la disponibilidad de la línea de envasado, los datos se cuantifican y clasifican por tiempo debido a la información de la hoja de Excel “1-OPI línea 12”, se presenta en tiempo para medir los indicadores de desempeño y la eficiencia de la línea.

Como se muestra en el gráfico de Pareto, el 80% de la pérdida de tiempo productivo es generado por paros pequeños que equivalen al 39% con 744,1 horas acumuladas en el período, luego la pérdida de velocidad es la segunda causa de pérdida con un tiempo acumulado de 392,75 horas, el tiempo planificado sin uso con un total de 267 horas y cambios de formato 265 horas. A continuación, el detalle de los datos. (Ver Tabla 6).

Tabla 5. Pérdidas en tiempo efectivo en producción Línea 12, año 2020.

Medición	Categoría	Tiempo en horas	Porcentaje	Porcentaje acumulado
OPI-NONA	Paros pequeños	744,1	39%	39%
	Pérdida de velocidad	392,75	20%	59%
	Tiempo planificado de NO USO	267,4	14%	73%
	Cambios de formato	265,98	14%	87%
	Paros Externos	206,62	11%	98%
	Paros largos	44,95	2%	100%
	Total	1921,8		

Fuente: Base de datos indicador de desempeño, línea 12, año 2020.

4.5.1.1 Clasificación de pérdidas, según el indicador de producción.

Para mayor entendimiento se presenta el detalle de la categorización del indicador OPI.

OPI: es el indicador de producción, sus siglas en inglés “Operational Performance Indicator” (indicador de desempeño operativo), evalúa el rendimiento a nivel de máquina que guía al operador a centrarse en las principales pérdidas de la línea. Para “Planta Refrescos” los resultados de rendimiento de las líneas de producción son prioridad número uno en conjunto con la seguridad y el costo de producción. (Ver ilustración 25).

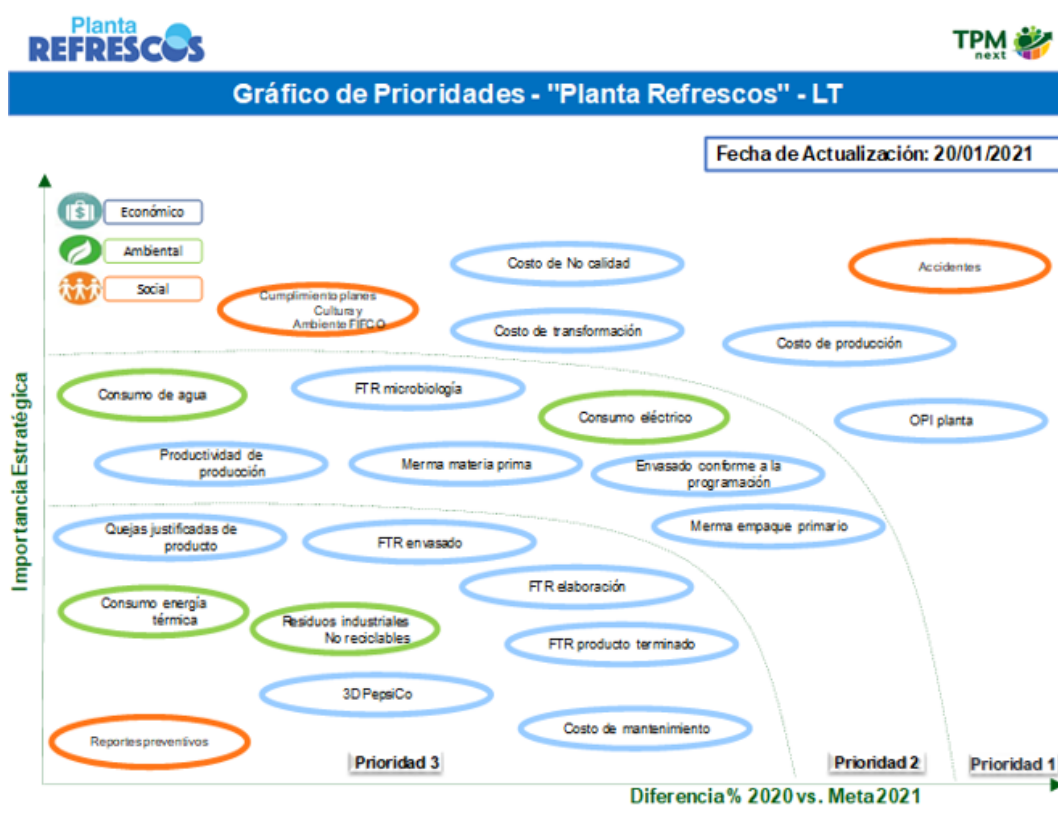


Ilustración 25. Gráfico de prioridades - “Planta Refrescos”.

Fuente: Gerencia de Aseguramiento de Calidad.

OPI-NONA (ninguna orden, ninguna actividad), incluye todas las tareas necesarias de los equipos de producción para cumplir las órdenes, incluyendo las actividades de paradas planificadas.

NONA (“No Order, No Activity”) conocido como "turno disponible, sin orden de producción".

Paros Pequeños (Minor Stop)

Según el gráfico 6, “Pareto de las principales pérdidas en producción de la línea 12”, la principal causa a estudiar son los paros pequeños en las máquinas (Minor Stop), se denominan paros pequeños a paros ocasionados por fallas o ajustes en las máquinas, en el que, el tiempo de pérdida es menor a 5 min y que no hay intervención del técnico de mantenimiento en la máquina, es decir, la corrección de la falla la realiza el operador, por ejemplo, ajuste de pinzas de transferencia en la máquina sopladora, es un ajuste operacional en donde no hay intervención de un técnico de mantenimiento y el operador debe solucionar o eliminar la falla.

La alta incidencia en paros pequeños representa la principal pérdida en producción de línea 12, aunque el tiempo de cada paro es corto, al existir muchos eventos se tiene que el tiempo acumulado representa la mayor cantidad de horas pérdidas durante la producción, relacionando los paros a la pérdida de materiales de empaque primario, por cada paro en la máquina llenadora se genera pérdida de preformas y dependiendo de la falla o etapa en el proceso se pierden tapas, además de materia prima (jugo), algunos eventos de sopladora también generan pérdida de preformas en grandes cantidades.

Para el año 2020 el total de tiempo de pérdida en producción fue de 1921 horas el 39 % corresponde a paros pequeños 744 horas y principalmente en las máquinas llenadora y sopladora con 496,6 horas en pérdida, ambas máquinas representan el 67% de los paros pequeños de la línea y los paros de esas máquinas generan la pérdida de materiales de empaque primario tapas y preformas.

Siguiendo el orden según el gráfico de Pareto la otra causa significativa es la **pérdida de velocidad** en producción, se da por que la producción de envases por hora es menor a la velocidad nominal de producción de la línea, la pérdida de velocidad está asociada a fallas de otras máquinas o transportadores, al detenerse alguna máquina los sensores envían las señales a la llenadora y está automáticamente se detiene, ya que, todas la máquinas y transportadores están sincronizados, para no generar cuellos de botellas, la baja velocidad influye

únicamente en la disminución de eficiencia y desempeño de la línea, no implica pérdida directa de los materiales de empaque, por lo que, no se evalúa en el análisis de causas del proyecto.

El “**Tiempo planificado de No USO**”, es el tiempo en que se dispone del personal, pero no hay orden de producción, se realizan actividades necesarias de los equipos de producción para cumplir posteriormente con las órdenes de trabajo, ante estos paros planificados no hay producción, por lo tanto, no se genera pérdida en materiales.

Por último están los **Cambios de Formato**, son todos los cambios de piezas, configuraciones y ajustes de equipos o máquinas de la línea, cada vez que se realiza un cambio en la presentación de envase “cambio de formato”, se realizan una serie de ajustes operacionales, los cuales implican pruebas antes de dar inicio al proceso productivo, en los ajustes se genera una leve pérdida necesaria de materiales, pero, dependiendo de cómo se efectúen esos ajustes y una vez estabilizado el proceso, se van a generar fallas en las máquinas y ende paros que si generan la pérdida directa de materiales, en el caso de cambio de piezas prácticamente se quitan y colocan las piezas, ya que, el diseño de las máquinas está predeterminado al estándar de cada presentación, pero luego del cambio se deben ajustar y sincronizar algunos componentes. Los cambios de formato se realizan en 8 horas incluyendo el ciclo de esterilización del bloque aséptico.

Paros Externos.

Son paros ocasionados por causas externas a la línea de envasado: falta de materiales, falta de jugo, falta de agua, aire, vapor, amoniaco, falta de operador de montacargas, falta de sistema de inventario (SAP), materias primas defectuosas, materiales de empaque defectuosos, etc. no involucra la pérdida de materiales de empaque primario.

Averías o paros mayores (break Down)

Son paros mayores a 5 minutos, o paros en los que hay una intervención de los técnicos de mantenimiento, se dan por alguna avería o falla en la máquina y pueden generar la pérdida de materiales según la frecuencia, en línea 12 la incidencia de paros mayores es leve, representó un 2 % de la pérdida en tiempo

productivo para el año 2020, actualmente en línea 12 los paros mayores no afectan el tiempo operación, por lo tanto, tampoco se incluyen dentro del estudio para obtener las causas de pérdida en materiales de empaque primario.

4.5.1.2 Estructura del indicador OPI.

Para concluir con la descripción de las pérdidas, ampliar y comprender la estructura de los indicadores de desempeño “OPI”, se detalla la estructura.



Ilustración 26. Estructura de clasificación de indicadores de eficiencia.

Fuente: Departamento de Control de Operaciones.

1. **Tiempo Total:** Es el número total de horas disponibles que se dan en un periodo definido.

2. Tiempo con personal: al tiempo total, se le resta el tiempo sin uso de la línea, turnos nocturnos, fines de semana, feriados o que la línea estuviese detenida por vacaciones del personal.

3. Tiempo de trabajo operativo: es la relación entre el equipo operativo, asistencia de mantenimiento, pero no se toma en cuenta el tiempo de mantenimientos en instalación de equipos nuevos, “overhaules” modificaciones en las máquinas.

4. Tiempo Efectivo de Trabajo: Es la eficiencia en la planificación del trabajo, se conoce como OPI menos NONA (sin actividad no hay orden u operación).

5. Tiempo Disponible para producción: No se contarán los cambios de formato, paradas planificadas, configuración y ajustes de equipos, mantenimiento de equipos por parte del personal de producción, esterilización o santificación de equipos (CIP/ COP).

6. Tiempo de producción real: es el tiempo de producción sin tomar el tiempo de los paros externos a la línea, como que no hay jugo, no hay materiales, montacargas, etc.

7. Tiempo de Operación: No se contarán las averías, que serán los paros con duración mayor o igual a cinco minutos (Break Down).

8. Tiempo de Producción: Para obtener el tiempo de producción se descuenta el tiempo por paros cortos, menores a 5 minutos (Minor Stop) y pérdida de velocidad en las capacidades nominales (llenadora, velocidad por tipo de botella)

9. Producto bueno: Todo aquel producto terminado que cumple con el estándar de Calidad no contabiliza los rechazos y re-procesos.

4.6 IDENTIFICACIÓN DEL ORIGEN DE MERMA POR PROCESO

OPERATIVO.

En el proceso de envasado de la línea 12, existe un alto porcentaje de automatización, el recurso humano debe desarrollar más el esfuerzo mental que físico, las actividades manuales que ejecutan los operadores son: la preparación de máquina, actividades de configuración en los equipos, cambios de piezas, actividades de abastecimiento y actividades de control del proceso.

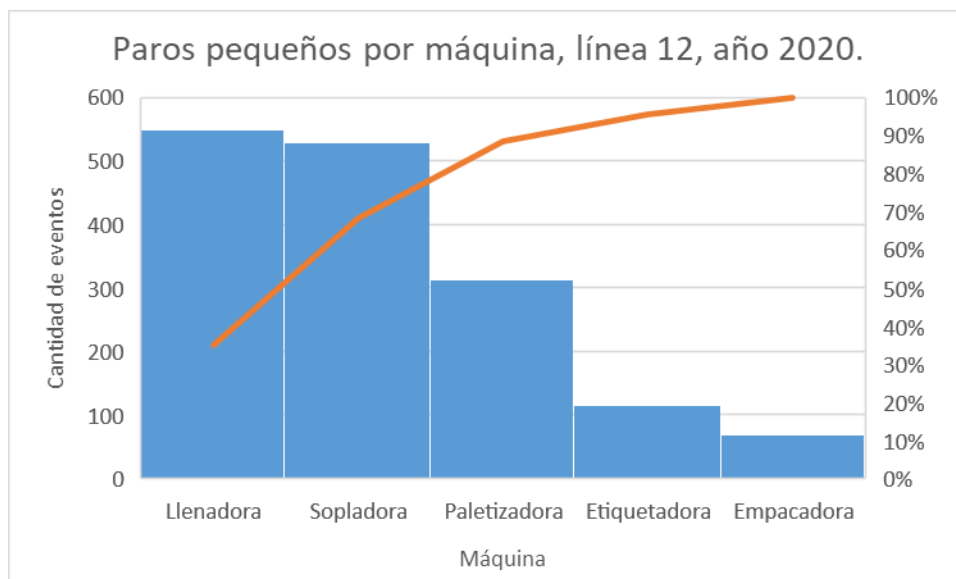
4.6.1 ANALISIS DE PÉRDIDAS EN PRODUCCIÓN POR PAROS

PEQUEÑOS.

Para continuar con el análisis y despliegue de las causas, se realiza un Pareto de paros pequeños presentados en la línea por ser la principal causa de pérdida de producción en la línea 12 y se realiza según la conformación de las máquinas llenadora, sopladora, etiquetadora, empacadora y la entarimadora o paletizadora.

Como se mostró en el gráfico 6, la principal pérdida de la línea productiva que involucra merma en materiales, son los múltiples paros pequeños, por lo tanto, se realiza el gráfico de Pareto de paros pequeños por máquina, los datos son clasificados, según la cantidad de paros pequeños presentados en las máquinas para determinar las principales causas que generan la pérdida de material.

Gráfico 7. Pareto de paros pequeños por máquina, línea 12, año 2020.



Fuente: Base de datos indicador de desempeño, línea 12, año 2020.

Según los resultados el gráfico 7, el 80% de los paros pequeños corresponden a las máquinas “Llenadora de botellas” y “Sopladora de botellas”, dependiendo de las fallas se genera merma de tapas y preformas, la siguiente máquina es la “paletizadora”, pero, esta máquina no afecta la merma de empaque

primario, por lo tanto, se continua con el análisis de las máquinas Llenadora y Sopladora de botellas. (Ver tabla 6).

Tabla 6. Datos de paros pequeños por máquina.

Máquina	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
Llenadora	548	35%	35%
Sopladora	528	34%	68%
Paletizadora	313	20%	88%
Etiquetadora	115	7%	96%
Empacadora	69	4%	100%
Total, de paros	1573		

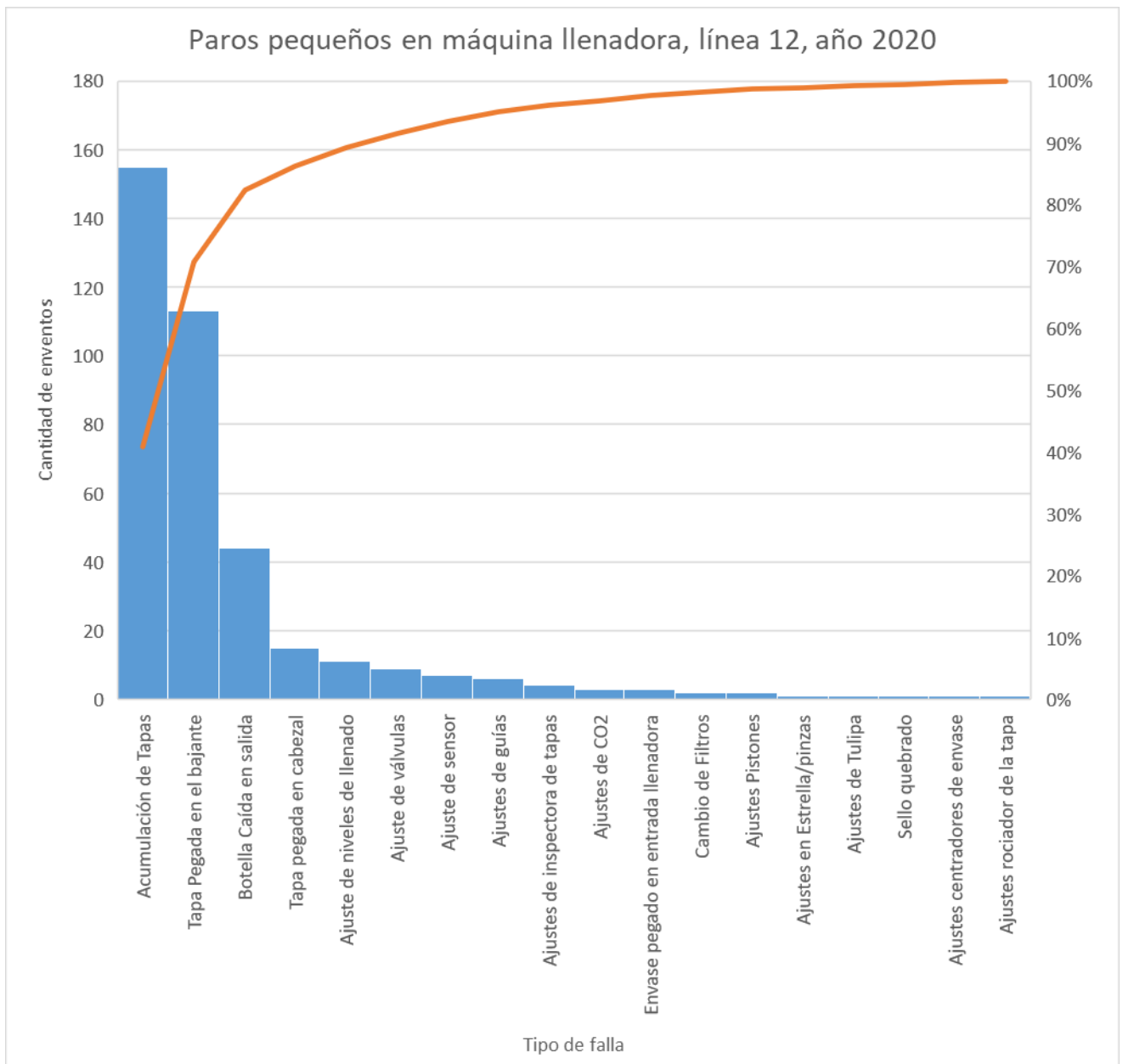
4.6.1.1 CLASIFICACIÓN DE LOS PAROS PEQUEÑOS PRESENTADOS EN LA LLENADORA.

Por medio del gráfico de Pareto de paros pequeños por máquina, se determina que las máquinas en las que se generan la mayor cantidad de paros son la llenadora y Sopladora de botellas, la frecuencia de paros o fallas en la llenadora provoca la pérdida de tapas y preformas, además, hay una pérdida en jugo o refresco el cual, se clasifica como materia prima, por lo que, no está dentro del alcance del proyecto, pero, se menciona, ya que, representa una pérdida importante en el proceso de envasado.

Tabla 7. Tabla de datos de paros de la máquina llenadora línea 12.

Detalle del paro	Cantidad de Eventos	Porcentaje	Acumulado
Acumulación de Tapas	155	38,75%	38,75%
Tapa Pegada en el bajante	113	28,25%	67,00%
Botella Caída en salida	44	11,00%	78,00%
Tapa pegada en cabezal	15	3,75%	81,75%
Ajuste de niveles de llenado	11	2,75%	89,75%
Ajuste de válvulas	9	2,25%	92,00%
Ajuste de sensor	7	1,75%	93,75%
Ajustes de guías	6	1,50%	95,25%
Ajustes de inspectora de tapas	4	1,00%	96,25%
Ajustes de CO2	3	0,75%	97,00%
Envase pegado en entrada llenado	3	0,75%	97,75%
Cambio de Filtros	2	0,50%	98,25%
Ajustes Pistones	2	0,50%	98,75%
Ajustes en Estrella/pinzas	1	0,25%	99,00%
Ajustes de Tulipa	1	0,25%	99,25%
Sello quebrado	1	0,25%	99,50%
Ajustes centradores de envase	1	0,25%	99,75%
Ajustes rociador de la tapa	1	0,25%	100,00%
Total, de eventos	379		

Gráfico 8. Pareto paros pequeños en máquina Llenadora, línea 12.



Fuente: Base de datos indicador de desempeño "1-OPI línea 12", año 2020.

Como se muestra en el gráfico 8, las principales causas que ocasionan más del 80% de los paros presentados en la llenadora de botellas son: acumulación de tapas con 155 eventos, tapa pegada en el bajante 113 eventos, botella caída en la salida 44 eventos y tapa pegada en el cabezal 15 eventos, según el total de eventos

en llenadora se reportan 548 paros pequeños, el total de eventos no está contemplado en el gráfico, debido, a que los operadores asignaron una mala clasificación de algunos eventos, por lo tanto, es información errónea que puede ocasionar desviación en el origen de las causa, por cada paro de llenadora, se genera una pérdida mínima de 240 preformas, por medio, del contador de la sopladora se contabiliza la pérdida de 280 406 envases (preformas).

La pérdida asociada a materiales por paros de la máquina llenadora es merma de preforma y de tapa, siguiendo el orden del gráfico de Pareto las cuatro principales fallas de llenadora, primero se analiza la pérdida de tapas.

4.7 MERMA EN TAPAS.

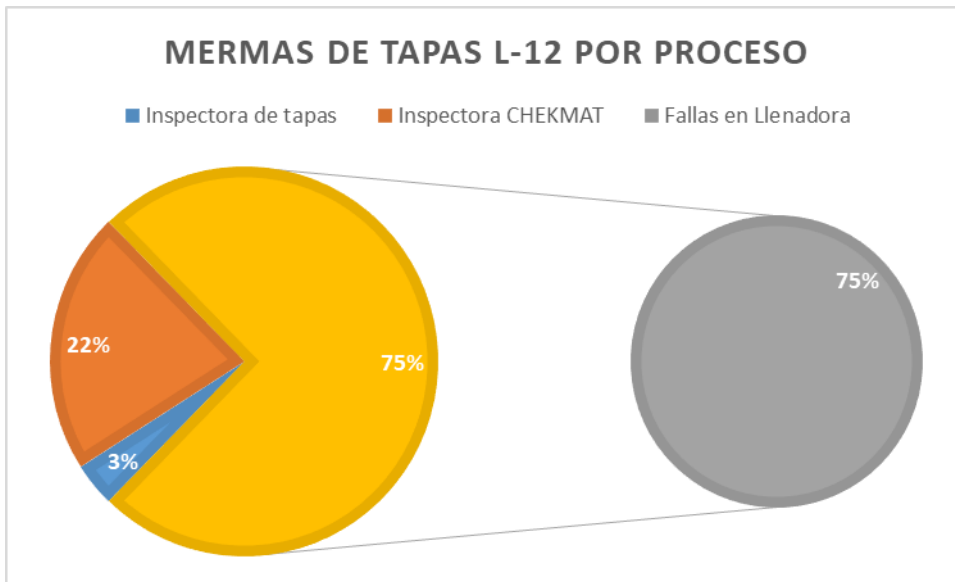
La pérdida de tapas se presenta siguientes etapas del proceso.

- En la máquina “Inspectora de Tapas”, en caso de que las tapas no cumplan con las especificaciones, estén deformadas u ovaladas se rechazan, lo que genera pérdida de material.
- En la parte de llenado, por fallas en la máquina llenadora parte del proceso de tapado.
- En la “inspectora Chekmat”, cuando las botellas llenas no cumplen con el nivel de llenado o presentan defectos de tapado.

Para el año 2020 se obtuvo una pérdida de 400 490 tapas, con un costo de \$4 218, la pérdida en cantidad de tapas es mayor que los otros materiales de empaque, pero, por el costo unitario representa menor pérdida económica que las preformas, y no todos los paros de llenadora provocan la pérdida de tapas.

Asociando la merma de tapas al proceso, se elabora gráfico con la estadística de los contadores de las máquinas.

Gráfico 9. Merma de tapas L-12 por proceso.



Fuente: Contadores de inspectora de tapas y “Chekmat” línea 12”, año 2020.

Como se muestra en el gráfico 9, el mayor impacto en pérdida de tapas es por fallas de la máquina en la llenadora equivalente a un 75% y como se mostró con el gráfico 8 Pareto de las principales fallas de llenadora son: acumulación de tapas, tapa pegada en el bajante, botella caída en la salida y tapa pegada en el cabezal todas asociadas a la pérdida de tapas, el segundo punto de pérdida es la inspectora CHEKMAT equivalente al 22 % en este caso la pérdida es significativa, ya que, por cada botella rechazada en la “inspectora Chekmat” se genera pérdida de tapa, preforma y jugo o refresco, la incidencia de rechazos en la inspectora también está relacionada a las fallas del proceso. Ejemplos: el defecto de tapado puede ser por causa de que las tapas ingresen volteadas a la llenadora en ese caso queda la tapa pegada en el coronador y no es aplicada en la botella.

Se elabora un gráfico de diagrama de “ISHIKAWA” para determinar las causas de las fallas de la máquina llenadora y consecuentemente la merma de materiales de empaque primario. (Ver ilustración 27).

4.7.1 DIAGRAMA DE ISHIKAWA, FALLAS EN LLENADORA.

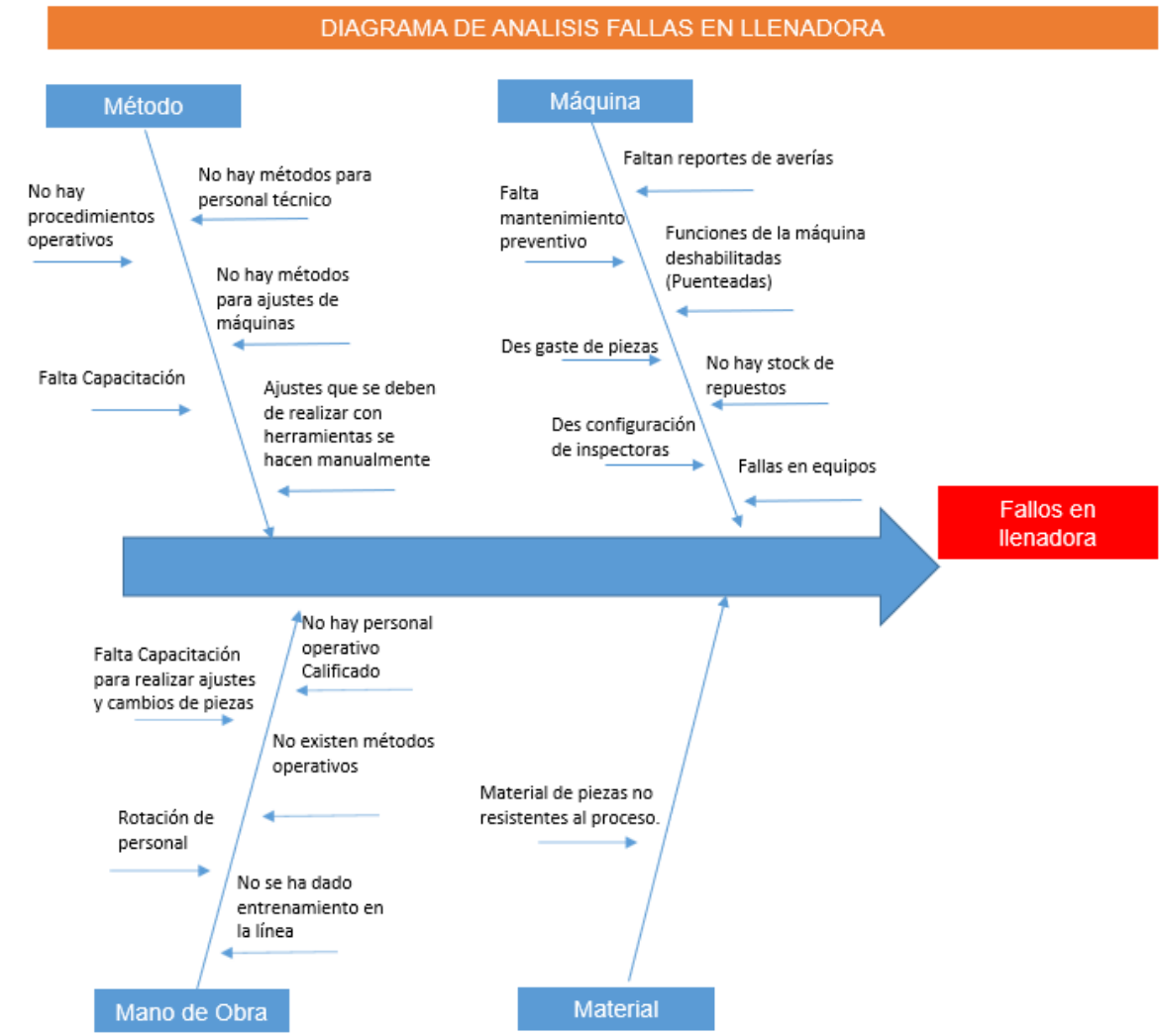


Ilustración 27. Diagrama de análisis de causas de los paros presentados en la llenadora.

Fuente: Entrevistas a operadores y supervisor de línea 12.

Mano de obra:

- Falta de capacitación del personal: se instaló la línea por parte de los técnicos de “Krones”, pero, no se dio la capacitación técnica ni operativa de la máquina, sólo un operador de máquina llenadora estuvo en presente en el proceso de instalación de la línea.
- Rotación de personal: a inicios de producción no se definieron los operadores asignados a la operación de máquina llenadora de la línea 12,

por lo tanto, se han estado rotando operadores de otras líneas en el proceso de operación.

- Los operadores no tienen métodos para realizar ajustes, los manuales de las máquinas están en idioma inglés y algunos en alemán por lo que dificulta al operador la interpretación, además los manuales sólo indican procesos de ensamble, limpieza y lubricación de las máquinas falta la parte operacional y de mantenimiento preventivo.
- El soporte técnico ante consultas se realiza a través de jefaturas y se hace por medio de llamadas telefónicas a los técnicos alemanes.
- Los operadores y técnicos de la planta no son capaces de diagnosticar y efectuar reparaciones por falta de conocimiento técnico de los sistemas eléctricos y electrónicos de las máquinas, tal es el claro ejemplo de las máquinas inspectoras, muchas veces para lograr producir deshabilitan parámetros.

Maquinaria:

- Falta de mantenimiento preventivo y correctivo, según especificación del proveedor se debió efectuar “overhaul” cumplidas las 3000 horas de producción, pero, la línea tiene 4600 horas en producción y no se ha efectuado el “overhaul” por el alto costo monetario en la compra de repuestos y el pago por los servicios técnicos del fabricante.
- Piezas desgastadas: muchas piezas dañadas no se han reemplazado por no contar con los repuestos en inventario, el desgaste de las piezas es ocasionado por el uso, los malos ajustes, falta de mantenimiento preventivo y diseño de piezas no apropiadas para el proceso (la máquina llenadora está expuesta a altas temperaturas y agentes químicos utilizados en las esterilizaciones).

Además, el diseño monoblock (llenadora y sopladora) hace por cada paro de la llenadora se envíe el vaciamiento de las preformas que están en el hormo de la sopladora y la zona de transferencia de llenadora.

- Parámetros de ajustes inspectoras deshabilitados: funciones deshabilitadas como cables de regulación de velocidad, las inspectoras son ajustadas por

los técnicos en electrónica, cualquier falla en la máquina inspectora de tapas e “inspectora Chekmat” genera paros en la llenadora por lo que al desconocer como realizar los ajustes y deshabilitar funciones generan fallas en otra parte del proceso y también se corre el riesgo de que, el producto no cumpla con la calidad requerida.

- Hacen falta los reportes de averías: los operadores deben generar los reportes de fallas y estar pendientes de cualquier anomalía se presente en la máquina para gestionar a tiempo el reemplazo de las piezas, es sumamente importante crear un historial de las fallas frecuentes, para mantener en inventario los repuestos.

Método:

- Falta de métodos operacionales: en las entrevistas con los operadores se evidencia que hace falta los métodos y manuales, los operadores aplican la experiencia con base a los conocimientos adquiridos en el manejo de las máquinas de otras líneas, pero, las máquinas de línea 12, difieren por los avances tecnológicos.
- Falta de manuales técnicos de las máquinas: no hay manuales para consultar por fallas técnicas de los equipos, hace falta definir métodos y para realizar ajustes, por ejemplo, los ajustes de pinzas de transferencia se hacen a criterio de cada operador y en forma manual luego de cada cambio de formato, se desconoce el método para utilizar herramientas que son para verificar la alineación y el torque las pinzas.
- No se ha realizado el reporte oportuno de averías de la máquina, o al realizar el reporte no se da el debido seguimiento por parte de mantenimiento, falta, establecer un método por parte de mantenimiento para intervención en la máquina y tener un inventario de repuestos.

Material:

El material y diseño de varias piezas sufren desgaste por el tipo de proceso al que están sometidas.

Ejemplo: desgaste de las mariposas de pinzas, al ser de un material plástico sufren desgastes y deformación por las altas temperaturas que se genera en la máquina, luego de cada ciclo de esterilización y secado.

4.7.2 ANÁLISIS DE LOS 5 PORQUÉ DE LAS PRINCIPALES FALLAS

PRESENTADAS EN LA MÁQUINA LLENADORA.

Con el fin de implementar soluciones más asertivas se utiliza la técnica de “Los 5 ¿Por qué?”, aplicada a cada una de las principales fallas presentadas en máquina llenadora.

Tabla 8. Análisis de los 5 porqué principales fallas en llenadora.

Análisis 5 porqué fallas Llenadora L12						
Causas potenciales					4M	Acción correctiva
Porque (1)	Porque (2)	Porque (3)	Porque (4)	Porque (5)		
Acumulación de tapas	Tapa pegada en riel de elevación	Mala ubicación del sensor en el riel de elevación.	Sensor ubicado en la curva de la mayor elevación	Mal diseño (posición del sensor)	Máquina	Cambiar la posición del sensor.
	Desajustes de guías, de salida del disco reunidor de tapas	Desarmaron guía y al armar quedaron desajustadas	Falta el espaciador de las guías	Operador neiligente	Mano de Obra	Colocar espaciador en guías
		Daño en un servomotor	Por daños en rodamiento causados por el peróxido y soda	Falta de mantenimiento preventivo	Método	Cambiar servomotor
			Por ingresar tapa manualmente en el carril de la guía que no ingresa tapa	Se atasca la tapa en la "Y" del bajante de tapa, el motor aplica sobreesfuerzo y se quiebra el eje	Mano de Obra	Cambiar servomotor

Porque (1)	Porque (2)	Porque (3)	Porque (4)	Porque (5)	4M	Acción correctiva
2.Falla Tapa pegada en el bajante	Desajuste de Inspector	Muchas copias de recetas por color de tapas en la inspectora.	No se han determinado las recetas correctas a utilizar por cada tipo de tapa	Falta capacitación para ajustar recetas	Mano de Obra	Crear y ajustar las recetas para cada tipo de tapa
	Pistones de empuje se quedan trabados o cierran mal	Agua en sistema de aire	No se ha cambiado el desecante	Falla de mantenimiento preventivo	Método	Verificar y comprobar el estado del desecante periódicamente (Actualizar LILA)
3.Botella caída en la Salida	Las botellas se caen por desajustes de guías	Vibración de maquina y ajuste mal hecho (guías desalineadas)	No existe método de ajuste hay desgaste de guías y cadenas	Falta capacitación para ajustar guías	Método	Cambiar guías y cadenas desgastadas.
		Botellas con defectos de hueco en pétalo, exceso de nitrógeno y fondo salido	Defectos de soplado y dosificación de nitrógeno por paros.	Máquina no detecta la fuga de aire por hueco muy pequeño y exceso de nitrógeno por paros	Máquina/Diseño	N/A
4.Tapa pegada en cabezal	Mal rechazo de la inspectora	Ingresa tapa volteada al cabezal.	No está bien definido el parámetro de rechazo por tapa volteada en la inspectora	Falta capacitación para ajustes de parámetro de inspectora	Método	Ajuste del Servomotor para el rechazo de tapa volteada
		Estrella de inspectora de tapas desgastada	Falla de pistón que voltea a tapa desde la tolva	Falta capacitación, se desconoce funcionamiento del pistón	Método	Cambiar estrella de inspectora de tapas

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la tabla número 8, mediante el análisis de ¿Los 5 por qué?, se determinan las causas de las fallas presentadas en máquina llenadora de botellas, las cuales se describen a continuación.

4.7.2.1 ACUMULACIÓN DE TAPAS

Tiene varias causas, el operador de sopladora es asignado para anotar el paro en el registro de producción, pero, no detalla la causa específica únicamente clasifica la falla por acumulación de tapas, por lo tanto, se analizan todas las causas posibles.

4.7.2.1.1 TAPAS ACUMULADAS EN EL RIEL DE ELEVACIÓN:

Se observa la acumulación de tapas en el punto más alto del riel y donde está la curva, se cambia la posición del sensor porque se denotaba muchos residuos de plástico del material de las tapas en ese punto, posiblemente por el impacto de las tapas al subir con fuerza y quedar atascadas los golpes deformaban las tapas y consecuentemente el rechazo de la inspectora era mayor, se realiza la medida correctiva del cambio en la posición del sensor y se redujo el problema de acumulación de tapas en el riel de elevación, al mismo tiempo disminuyó considerablemente el rechazo de inspectora de tapas. (Ver ilustración 24).

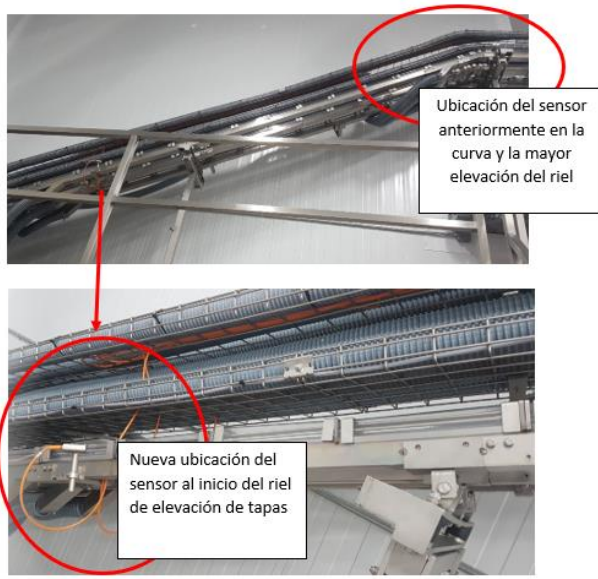


Ilustración 24. Riel de elevación de tapas.

Fuente: Elaboración propia.

4.7.2.1.2 ACUMULACIÓN DE TAPAS EN CARRIL DE INGRESO:

Las tapas ingresaban por un solo carril debido a que las guías de salida del disco se desajustaban con la vibración, se realizó el análisis y mediante los cuestionamientos se determinó que las tapas quedan atascadas en las guías antes de ingresar a los carriles, el sensor del bajante detecta la acumulación de tapas aunque un carril esté vacío y el otro lleno, esa falla provocaba el paro en la máquina llenadora, ya que, los cabezales se quedan sin tapas y el sensor del torque al no detectar el tapado envía la señal de paro a la llenadora, otra consecuencia provocada era que las botellas salían de llenadora sin tapa por lo que, la “inspectora chekmat” rechazaba gran cantidad de botellas, para restablecer nuevamente el proceso por esa falla, implica una serie de ajustes y paros pequeños.

Como causa de la falla, se determinó que el desajuste en las guías del disco reunidor era causado por la vibración del proceso, pero evaluando más allá la causa raíz por medio de los cuestionamientos de los 5 ¿por qué?, se encontró que anteriormente se habían desarmado las guías (que no se deben desarmar) y al armar nuevamente no se hizo de la forma correcta. Para encontrar la solución se

consultó el manual de la máquina y se compararon con otras guías (presentación 3 L Tropical), se observa que les hace falta un espaciador, como medida correctiva inmediata se coloca el espaciador eliminando la vibración, el desajuste y facilitando el ingreso de tapas por ambos carriles, la acción propuesta es parte la restauración de condiciones básicas de la máquina, se comunicó al personal sobre la medida de restauración.



Ilustración 28. Guías de disco de salida del reunidor de tapas.

Fuente: Elaboración propia.

4.7.2.1.3 ACUMULACIÓN DE TAPAS EN EL BAJANTE.

El bajante tiene un ingreso de dos carriles, al unirse los dos carriles forman una "Y", para que las tapas ingresen de ambos carriles y bajen de forma adecuada se tiene un servomotor para cada carril, la función de los servomotores es alternar el ingreso de tapas por ambos carriles, el daño de los servomotores se da por el desgaste del rodamiento causado por los químicos utilizados en las esterilización soda caustica y peróxido de hidrogeno, se establece una revisión periódica de los sistemas de rodamiento como parte del mantenimiento preventivo en el registro LILA de llenadora.

La otra causa del daño del servomotor es que se quebró un eje cuando los operadores ingresaban tapas manualmente por el carril que no ingresaba la tapa, generando el sobreesfuerzo del servomotor. El daño del servomotor fue por consecuencia de la mala práctica de los operadores que ingresaban las tapas manualmente para que no quedara desabastecido el carril del bajante de tapas y ocasionara el paro en llenadora, pero al hacer ese ingreso manual la tapa quedaba

atascada en la entrada del bajante (“Y”), el costo de reparación, más el tiempo de espera por el cambio del servomotor, evidencia que al realizar malas prácticas operacionales en las máquinas ocasionan deterioros, como medida preventiva se capacita al personal en la revisión de guías, posición de los sensores y válvulas de presión, se incluye los puntos de revisión dentro del registro de limpieza e inspección (LILA de máquina llenadora).

4.7.2.2 TAPA PEGADA EN EL BAJANTE

Tapa pegada en el bajante se puede dar por varias causas, mediante el análisis de los 5 por qué se determinan las siguientes causas:

4.7.2.2.1 DESAJUSTE DE LA INSPECTORA DE TAPAS:

Existen muchas copias de recetas para la inspección de tapas, no se tienen bien establecidos los parámetros para cada tipo de tapa, al instalar la línea los técnicos de “Krones” sólo crearon una receta para la inspección de tapa Gatorade y tapa roja para productos tropical té melocotón 3 L, actualmente se amplió la variedad de sabores en presentación de “Tropical” y “Kerns”, por lo tanto, incremento la variedad de colores de tapas utilizadas (azul, verde, blanca y dorada), lo que ha provocado la creación de copias de las recetas para producir, pero no se ajustan, el ajustar recetas implica dar seguimiento durante la producción midiendo los resultados o la variación provocada en el proceso, el electrónico depuró las recetas para dejar una receta por cada tipo de tapa y no generar retrasos por ajustes de recetas que no corresponden al proceso.

4.7.2.2.2 PISTONES DE EMPUJE DE TAPAS TRABADOS O CIERREN

MAL.

Eso se debe que ha ingresado agua al sistema de aire, el exceso de agua es por la falta de mantenimiento del sistema, no se había cambiado el desecante de los filtros de aire, se generó el aviso en SAP para el cambio de descante, adicionalmente se incluye en el LILA la revisión de filtros y cambio periódico del desecante, se especifica el color que debe tener el desecante.

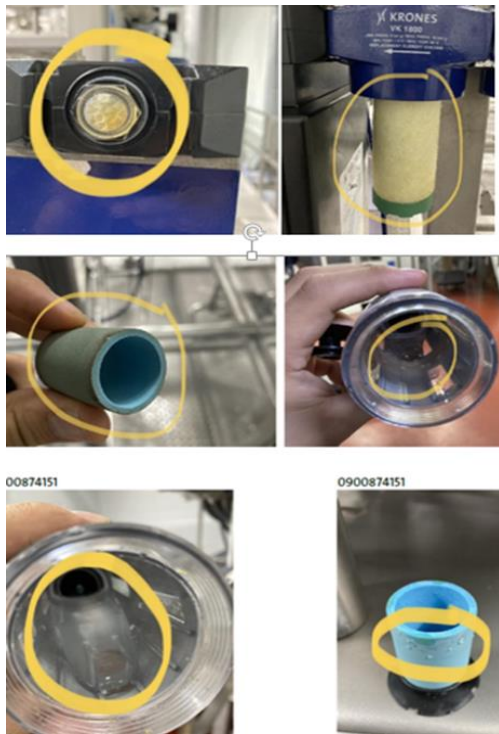


Ilustración 29. Filtros de entrada de aire de llenadora.

Fuente: Técnico de “Krones.”

4.7.2.3 BOTELLA CAÍDA EN LA SALIDA

Las fallas de botellas caídas se presentan por dos causas, las cuales se detallan a continuación.

4.7.2.3.1 DESAJUSTE DE GUÍAS DE SALIDA DE LLENADORA.

No existe un método estándar de ajuste de guías, los operadores de llenadora realizan el ajuste pasando botellas, las guías están desgastadas, se realiza aviso en SAP, para, el cambio de guías.

4.7.2.3.2 BOTELLAS CON DEFECTOS.

Las botellas que presentan defectos de soplado de hueco en el pétalo son inestables por la falta de formación del fondo o base de las botellas y provoca inestabilidad al pasar por los transportadores, el hueco pequeño no es detectado por la máquina sopladora debido a que la máquina no detecta la diferencia de presión por ser un hueco muy pequeño, por eso la botella sale de la llenadora con la fuga

de jugo a los transportadores, se detecta luego de que se cae y genera efecto dominó y atascamiento de botellas en los transportadores de salida de llenadora, por diseño de la máquina no se encuentra ninguna posible solución de esta causa, sólo la inspección del sistema de aire de la máquina sopladora incluidas en el registro LILA.



Ilustración 30. Botella con hueco en el pétalo

Fuente: Elaboración propia.

El otro defecto de las botellas que provoca inestabilidad es el exceso de nitrógeno, el cual hace que se deforme el fondo por la presión lo que botellas caídas al pasar por los transportadores. El exceso de nitrógeno es causa de los constantes paros de la llenadora, ya que la dosificación de nitrógeno no se detiene durante los micro paros, por lo tanto, las botellas salen con más nitrógeno del requerido, lo que provoca defectos del envase, por lo tanto, al reducir la cantidad de paros de llenadora automáticamente se reduce el defecto del exceso de nitrógeno.

4.7.2.4 TAPA PEGADA EN CABEZAL.

Cuando ingresan las tapas volteadas, quedan pegada en el cabezal del coronador, por la que, no es colocada en la botella y salen las botellas sin tapas, hasta que el sensor del torque envía la señal de falta de aplicación se detiene la llenadora, las causas se describen a continuación.

4.7.2.4.1 MAL RECHAZO DE LA INSPECTORA.

La inspectora no hace el rechazo de la tapa que ingresa volteada, por lo tanto, ingresa tapa volteada al cabezal, el electrónico ajusta la frecuencia del servomotor de la inspectora para que realice el rechazo de la tapa volteada, pero la causa del ingreso tapa volteada debe revisarse desde el pistón que voltea las tapas en la tolva, se incluye la inspección en el registro LILA de llenadora los puntos de limpieza del sistema de ventilación de tapas y del alimentador de tapas (tolva).

4.7.2.4.2 ESTRELLAS DE INSPECTORA DE TAPAS DESGASTADAS.

Se encuentra que las estrellas de la inspectora presentan desgastes, los operadores quitaron la estrellas para reducir la frecuencia de los atascos y paros en la inspectora, pero, al quitar la estrella de la inspectora las tapas ingresan volteadas hasta los cabezales de la llenadora, prolongando el paro y la cantidad de botellas que salen sin tapas, se realiza el aviso SAP para el reemplazo de las estrellas de la inspectora.

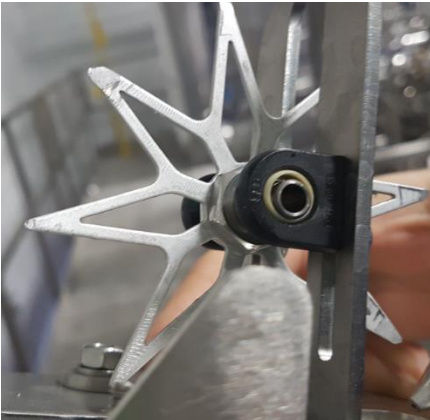


Ilustración 31. Desgaste de estrella de inspectora.




Fuente: Elaboración propia.

4.7.3 RESUMEN DE RESTAURACIÓN DE CONDICIONES BÁSICAS DE MÁQUINA LLENADORA DE BOTELLAS.

Con los resultados de la investigación se realiza la generación de avisos en el sistema SAP de las averías encontradas en la máquina llenadora de botellas, para la restauración de condiciones básicas, se incluye los procedimientos de

inspección en el registro LILA y va alimentando la base de datos de mantenimiento preventivo de las máquinas de línea 12.

Tabla 9. Reparación y cambio de componentes en la máquina llenadora de botellas que causaban las principales fallas a estudiar.

Falla	Pieza	Imagen	Contramedida
Acumulación de tapas	Sensor		Se cambia la posición del sensor del riel de elevación de tapas
	Servomotor		Cambio del servomotor de carril bajante de tapas
Tapa pegada en el bajante	Desecante		Cambio de desecante periódicamente
Tapa pegada en el cabezal	Estrella de inspectora de rueda		Cambio de la estrella de rueda de inspectora de tapas , y revisión de pistón que voltea las tapas
Botella caída	Pinzas de rueda de soplado		Cambio de los 14 pares de pinzas de la estrella de soplado en total 28 pares de pinzas

4.8 MERMA DE PREFORMAS.

La información obtenida del año 2020 mostrada en el gráfico 4 “*Merma real por tipo de material de empaque primario, línea 12*”, refleja que el 75% del costo en pérdida de material de empaque primario corresponde a la preforma con un costo de \$19 918, esto debido a que el valor unitario de la preforma es mucho mayor que el de las tapas y etiquetas, como se mencionó en el análisis de la máquina llenadora por cada paro de llenadora se pierden 240 preformas, el total de eventos en llenadora fueron 548 paros pequeños para el año 2020, por medio, de los

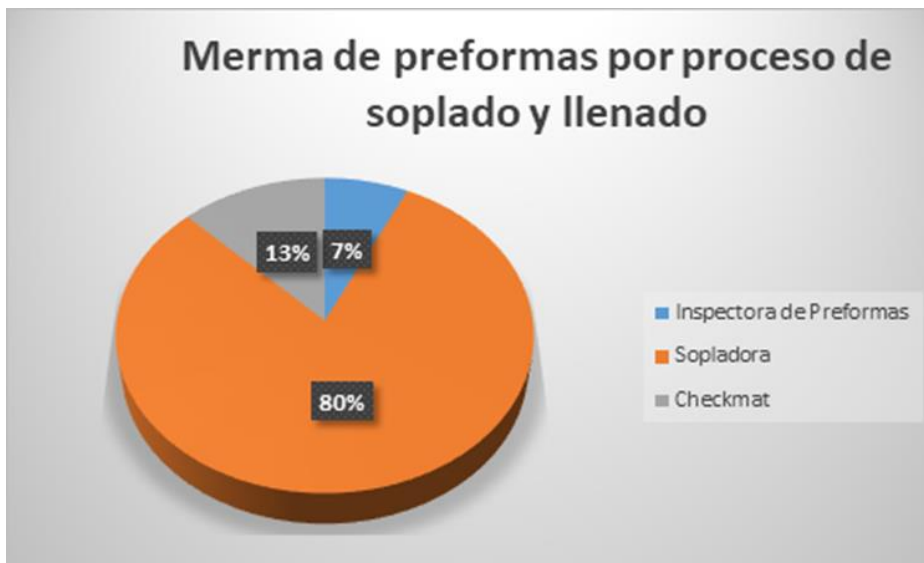
contadores de la máquina sopladora se comprueba la pérdida de 280 406 envases por paros de la máquina llenadora. A continuación, se detallan los datos de los contadores de las máquinas: inspectoras de preformas, sopladora y “chekmat”.

4.8.1 DETERMINACIÓN DE LAS CAUSAS QUE GENERAN MERMA DE PREFORMAS.

La pérdida de preformas se presenta siguientes etapas del proceso.

- Máquina “Inspectora de preformas”, en caso de que las preformas no cumplan con las especificaciones, preformas con defectos u ovalidad, estas son rechazadas y generan pérdidas de material.
- En la etapa de llenado, todos los paros de la máquina llenadora generan paros de la máquina sopladora y pérdida de preforma por el vaciamiento de la preforma del horno de sopladora y zona de transferencia.
- En la “inspectora Chekmat”, cuando las botellas llenas no cumplen con el nivel de llenado o presentan defectos de tapado, se tiene merma de preforma por cada botella rechazada.

Gráfico 10. Mermas de preforma por proceso de soplado y llenado.



Fuente: Contadores de máquinas de inspectora, sopladora e inspectora Chekmat.

Con los datos de los contadores mostrados en el gráfico 10, se obtiene la siguiente información:

EL 80 % de merma de preformas se da principalmente por paros de la máquina sopladora, seguido la pérdida en el proceso de inspectora de llenadora “Chekmat “(13%) y el menor porcentaje de pérdida se da por el rechazo por defectos en la máquina “inspectora de preformas” (1%). A continuación, el detalle de los rechazos de preforma y envase de la sopladora, información detallada del contador de sopladora “estado del contador de la máquina Sopladora”, la estadística contempla desde que la línea inició con pruebas en diciembre del 2019.

Gráfico 11. Estadística de merma de preforma, estado de contadores de la máquina sopladora.

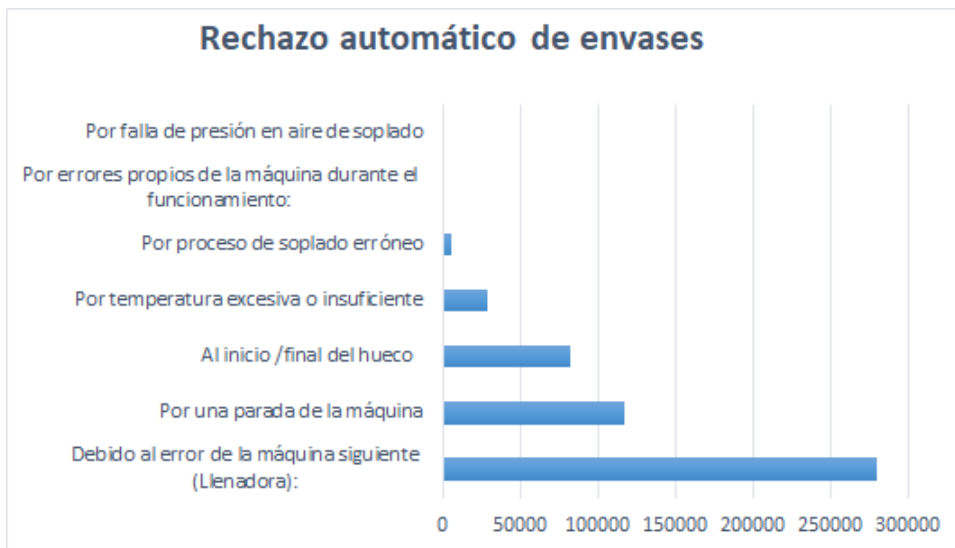


Fuente: Contador de máquina sopladora.

Con los datos de la pantalla de la máquina sopladora “Estado de contadores a lo largo de la vida útil”, se obtiene la siguiente información:

Para un ingreso de 29 021 989 de preformas se tiene una salida de 28 473 671 botellas, la diferencia es de 548 318 preformas pérdidas y como se muestra en el gráfico el 91% de merma corresponde al rechazo automático de envases. A continuación, el detalle de rechazo de envases.

Gráfico 12. Rechazo automático de envases, sopladora.



Fuente: Contador de máquina sopladora

Como se muestra el gráfico 12, pantalla de “estados de contadores a lo largo de vida útil”, la mayor pérdida de preformas es por rechazo de envases a continuación el detalle.

“Debido al error de máquina siguiente” la máquina siguiente es llenadora, por lo tanto, se rechazaron 280 416 envases por fallas en la llenadora.

“Por una parada de la máquina” el rechazo se contabiliza en 117 215 envases, los paros pueden ser de la máquina llenadora o sopladora por ser un sistema monoblock cualquier falla que genere paro en la máquina llenadora o sopladora va a provocar pérdida de preformas, ya que, la máquina inmediatamente envía la señal de vaciamiento del horno de preformas de sopladora y la zona de transferencia de la llenadora para evitar el riesgo de contaminación.

“Al inicio/ final del hueco” 82 026 envases la máquina sopladora rechaza las dos primeras botellas y las dos últimas botellas luego de cada paro o falla en cualquiera de las máquinas (llenadora o sopladora).

En resumen, la pérdida total de preforma fue de 479 657 unidades por paros o fallas asociadas a las máquinas Llenadora y Sopladora de botellas.

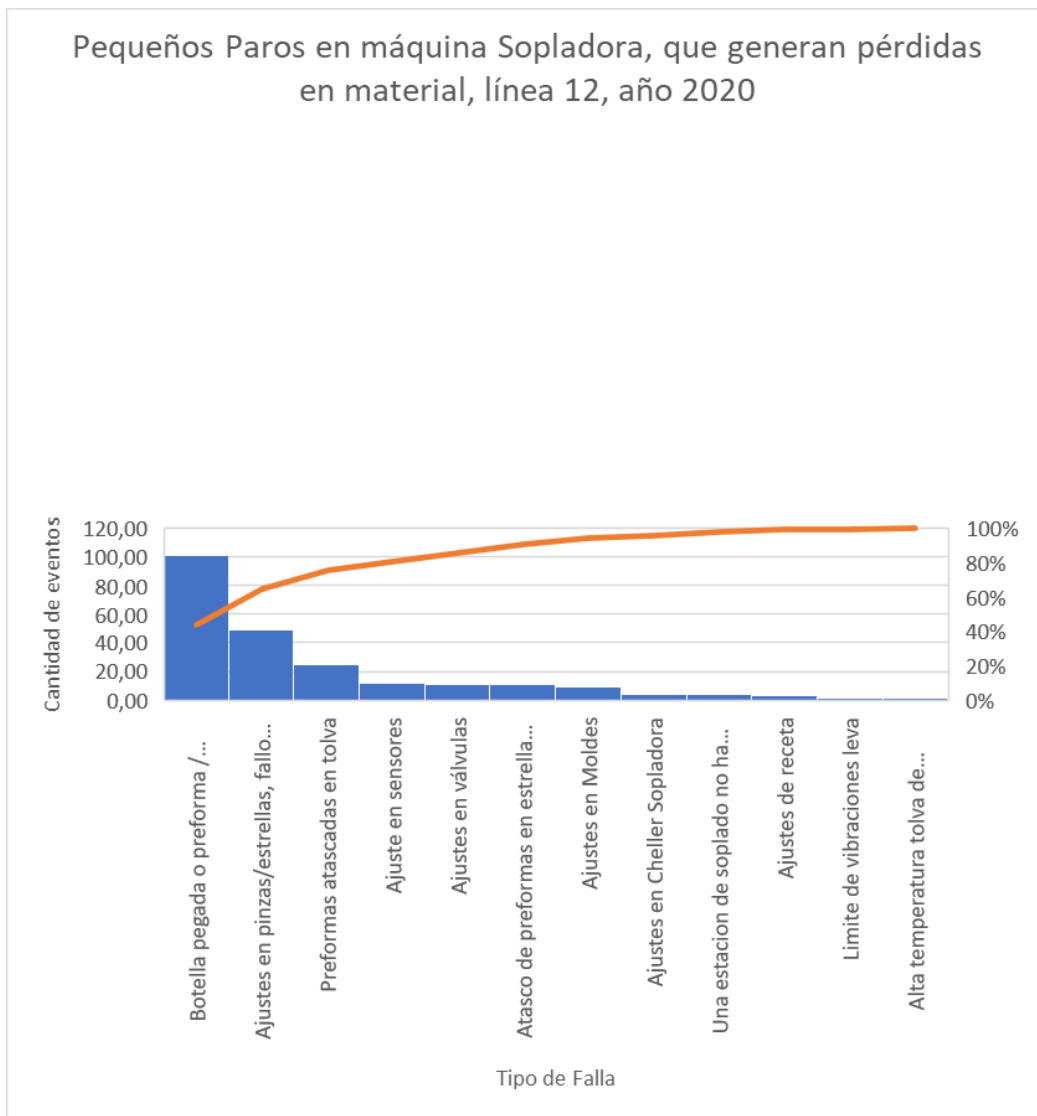
4.8.2 CLASIFICACIÓN DE PAROS PEQUEÑOS PRESENTADOS EN LA MÁQUINA SOPLADORA.

Por medio de la estadística de los contadores de las máquinas Sopladora se determinó que la principal causa de merma de preformas es por las fallas presentadas en las máquinas Llenadora y Sopladora de botellas, como ya se realizó el análisis de las fallas o paros pequeños presentados en llenadora se continua con el análisis de las fallas presentadas en la máquina Sopladora, para dicho análisis primero se determinan y clasifican los eventos que generan merma de preforma.

Tabla 10. Datos de paros pequeños de la máquina Sopladora, fallas que provocan paros y pérdida de preformas.

Detalle del paro	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
Botella pegada o preforma / atascada en molde	101,00	46,1%	46,1%
Ajustes en pinzas/estrellas	37,00	16,9%	63,0%
Preformas atascadas en tolva	25,00	11,4%	74,4%
Ajuste en sensores	12,00	5,5%	79,9%
Ajustes en válvulas	11,00	5,0%	84,9%
Atasco de preformas en estrella del horno	11,00	5,0%	90,0%
Ajustes en Moldes	9,00	4,1%	94,1%
Ajustes en Cheller Sopladora	4,00	1,8%	95,9%
Una estacion de soplado no ha podido recibir ninguna preforma	4,00	1,8%	97,7%
Ajustes de receta	3,00	1,4%	99,1%
Limite de vibraciones leva	1,00	0,5%	99,5%
Alta temperatura tolva de preforma	1,00	0,5%	100,0%
Total de eventos	219,00		

Gráfico 13. Pareto de paros pequeños de la máquina Sopladora, línea 12.



Fuente: Base de datos indicador de desempeño, línea 12, año 2020.

Como muestra el gráfico N°13 los principales paros por fallas o ajustes en la máquina sopladora son: botella o preforma pegada en el molde con 101 eventos, ajuste en pinzas/ estrella o fallas en pinzas con 49 eventos, preforma atascada en la tolva con 25 eventos, ajuste en sensores con 12 eventos, en el caso de la sopladora no en todas las fallas generan paros en la línea, tampoco pérdida significativa en preformas, por lo tanto, en la tabla sólo se presentan las fallas o paros pequeños que generan pérdidas en material (preformas).

Seguidamente el análisis de las causas sobre los paros pequeños generados en la máquina sopladora de envases, no todas las fallas reportadas en sopladora generan pérdidas de materiales, pero, si todos los paros de la máquina llenadora generan paros en la sopladora y pérdida de preformas, en el caso, que la sopladora se detenga toda la línea queda totalmente detenida, ya que, el envase soplado pasa automáticamente al llenado, por tal motivo debe encontrarse en perfectas condiciones.

4.8.3 DIAGRAMA DE ISHIKAWA, FALLAS SOPLADORA.

En la ilustración 31 se muestra el diagrama de causa y efecto para los paros presentados en la sopladora de envases, los cuales, se determinaron en conjunto con el supervisor de producción y operadores de la máquina sopladora de botellas.

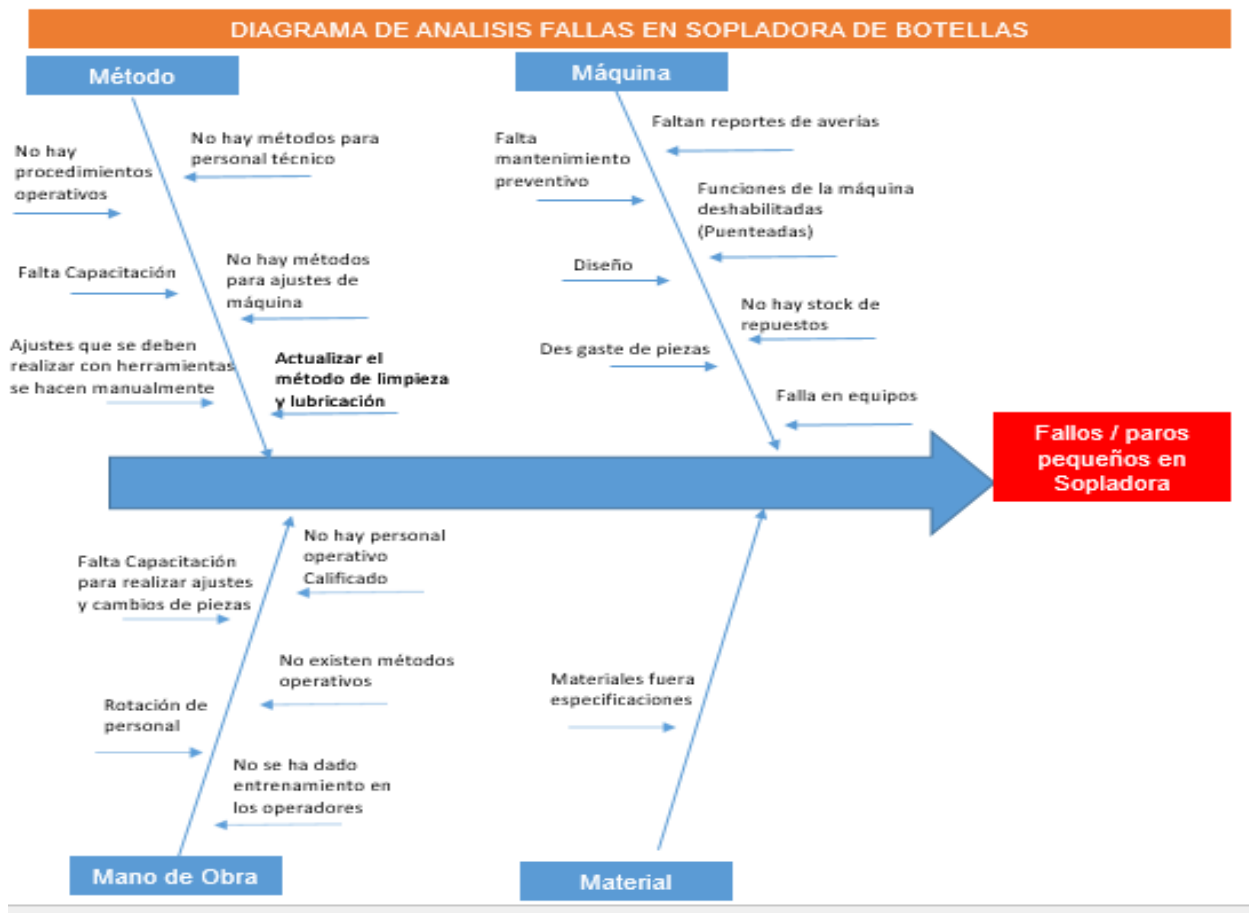


Ilustración 32. Diagrama de análisis de causas de los paros pequeños presentados en sopladora de botellas.

Fuente: Entrevistas a operadores y supervisor de línea 12.

Mano de obra:

- Falta de capacitación del personal: se instaló la línea por parte de los técnicos de “Krones”, pero, no se ha dado la capacitación técnica ni operativa de la máquina sólo un operador estuvo presente la instalación de la máquina y es el único operador que tiene una formación de técnico en mantenimiento.
- Rotación de personal: a inicios de producción no se definieron los operadores de la máquina sopladora de Línea 12, por lo tanto, se han estado rotando operadores de otras líneas en el proceso de operación.
- Los operadores no tienen métodos para realizar ajustes, aunque al inicio de la producción los técnicos de “Krones” crearon las recetas para el soplado de botellas, las recetas no pueden ser modificadas ante cambio de materiales como la resina de la preforma, por lo tanto, los operadores generan copias de recetas para poder realizar ajustes, además en la máquina inspectora de preformas no se tiene el conocimiento para definir los parámetros nuevos de ajuste ante los cambios de resinas de preformas, los manuales de la máquinas están en idioma inglés y algunos en alemán por lo que dificulta al operador la interpretación, además los manuales sólo indican procesos de ensamble, limpieza y lubricación de las máquinas, falta la parte operacional y de mantenimiento preventivo.
- El soporte técnico ante fallas o consultas se realiza a través de jefaturas, el equipo fue fabricado por alemanes, por lo que, cuando se realizan consultas técnicas se hace por llamadas y por medio de un traductor.
- Los operadores y técnicos de la planta no son capaces de diagnosticar y efectuar reparaciones por falta de conocimiento técnico de los sistemas eléctricos y electrónicos de las máquinas, tal es ejemplo de las máquinas inspectoras de preforma, se realizó una variación por parte del proveedor en la resina y por esa razón la inspectora hace falsos rechazos, por lo que los operadores deshabilitaron la función de inspección de ovalamiento.

Maquinaria:

- Falta de mantenimiento preventivo y correctivo: según especificación del proveedor se debió efectuar “overhaul” cumplidas las 3000 horas de producción, pero, la línea tiene 4600 horas en producción y no se ha efectuado el mantenimiento por el alto costo de los repuestos y el costo de la contratación del personal técnico del fabricante.
- Piezas desgastadas: muchas piezas dañadas no se han reemplazado por no contar con los repuestos en inventario, el desgaste de las piezas es ocasionado por el uso, consecuencia de malos ajustes, falta de mantenimiento preventivo y diseño de la máquina (la máquina llenadora está expuesta a altas temperaturas y agentes químicos utilizados en las esterilizaciones).

Además, el diseño monoblock (llenadora y sopladora) hace que las fallas o paros de la llenadora afecte la pérdida de preformas por ser máquinas conectadas directamente, ya que, no hay transportadores entre la sopladora y la llenadora, por lo tanto, se pierde toda la preforma que está en la zona de transferencia y el horno de la sopladora cada vez que se genera un paro en llenadora.

- Parámetros de ajustes inspectoras deshabilitados: funciones deshabilitadas como cables de regulación de velocidad, las inspectoras son ajustadas por los técnicos en electrónica, pero, cualquier falla en la máquina inspectora de tapas e “inspectora Chekmat” genera paros en la llenadora por lo que al desconocer como realizar los ajustes deshabilitan funciones, lo puede generar fallas en otra parte del proceso o correr el riesgo de que el producto no cumpla con la calidad requerida.
- Reportes de averías: los operadores deben generar los reportes de fallas y estar pendientes de cualquier anomalía se presente en la máquina para gestionar a tiempo el reemplazo de las piezas, es sumamente importante crear un historial de las fallas frecuentes, para mantener en inventario los repuestos.

Método:

- Falta de métodos operacionales: en las entrevistas con los operadores se evidencia que hace falta los métodos y manuales, los operadores aplican la experiencia con base a los conocimientos adquiridos en el manejo de las máquinas de otras líneas, pero, las máquinas de línea 12, difieren por los avances tecnológicos.
- Falta de manuales técnicos de las máquinas: no hay manuales para consultar por fallas técnicas de los equipos, hace falta definir métodos y para realizar ajustes, por ejemplo, los ajustes de pinzas se hacen a criterio de cada operador y en forma manual luego de cada cambio de formato, se desconoce el método para utilizar herramientas que son para verificar la alineación y el torque de colocación de las pinzas.
- No se ha realizado el reporte oportuno de averías de la máquina, o al realizar el reporte no se da el debido seguimiento por parte de mantenimiento, falta, establecer un método por parte de mantenimiento para intervención en la máquina y tener un manejo de repuestos.

Material:

El material y diseño de varias piezas que sufren un desgaste anormal por el tipo de procesos

Ejemplo: los reflectores de los sensores de la salida de botellas se deterioraron por las altas temperaturas luego de cada ciclo de esterilización y secado, la banda elevadora de preforma es de un plástico rígido por lo que se han quebrado los eslabones cuando la preforma queda atascada en la salida de la tolva, se debe hacer las observaciones al fabricante para que se cumpla la garantía de las piezas que no cumplen con el diseño de las máquinas.

Continuando el análisis de causas y una vez demostrado con los contadores de la máquina sopladora que la principal pérdida de preformas se da por fallas de la máquina llenadora (pequeños paros), se continua el análisis de los 5 porqué de las fallas presentadas en sopladora y que provocan pérdida de preformas.

4.8.4 ANÁLISIS DE LOS 5 PORQUÉ DE LAS PRINCIPALES FALLAS

PRESENTADAS EN LA MÁQUINA SOPLADORA DE BOTELLAS.

Como mostró en el gráfico 13 “Pareto de paros pequeños de la máquina Sopladora”, el 80% de los paros corresponden a fallas por botellas o preformas pegadas en el molde, ajuste en pinzas, preforma atascada en la tolva y ajustes en sensores, a continuación, se presenta el análisis de las fallas mediante el cuestionamiento de los 5 por qué.

Tabla 11. Análisis de los 5 porqué principales fallas en Sopladora.

Análisis 5 porqué Sopladora							
Causas potenciales					4M	Acciones	
Porque (1)	Porque (2)	Porque (3)	Porque (4)	Porque (5)		Acción correctiva	
1	Botella o preforma pegada en molde	Mal ajuste de pinzas	Pinzas en mal estado (torcidas)	No se puede determinar el estado de las pinzas para realizar un ajuste correcto	No se tiene instrumento para verificar el estado de las pinzas	Método	Cambiar pinzas en mal estado
		Molde Caliente	Alta temperatura después de esterilización (50°)	No se hace el enfriamiento manual posterior a la esterilización	No existe el método de enfriamiento manual	Método	Enfriamiento manual de moldes luego de esterilización
2	Ajuste de pinzas de estrella/ fallas en pinzas	Pinzas en mal estado	No existe herramienta para verificar el estado de las pinzas			Método	Cambiar pinzas en mal estado
3	Preforma atascada en la tolva	Banda elevadora de preforma dañada	Eslabones de banda elevadora de preforma quebrados	Preformas atascadas en elevador quiebran eslabones de la banda		Material	Cambio de banda de elevador de preforma
4	Ajuste en sensores de rueda	Sensores envían falsas señales, envían a botar toda la preforma del horno	Reflectores deformados	Dañados por las altas temperaturas de de secado y esterilización		Material	Cambio de Reflectores

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la tabla número 11, mediante el análisis de ¿Los 5 por qué?, se encuentran las causas de las fallas presentadas en máquina Sopladora de botellas, las cuales se describen a continuación.

4.8.4.1 BOTELLA O PREFORMA PEGADA EN EL MOLDE.

Cuando se presenta el defecto de la preforma o botella pegada en el molde, tiene dos posibles causas, las cuales se presentan a continuación.

4.8.4.1.1 MAL AJUSTE DE LAS PINZAS

El ajuste no se puede realizar de forma adecuada porque las pinzas están en mal estado (torcidas), al colocar y alinear las pinzas no se tiene certeza de cuales están en mal estado, consecuencia de los malos ajustes en las pinzas se han deteriorado otros componentes de la máquina, se encontró que los operadores ajustaban y alineaban las pinzas a criterio y de forma manual lo que puede generó muchas fallas de sincronización; al entregar o recibir mal la preforma estas quedan atascadas en el molde por la mala posición de la preforma o botella, con ayuda de supervisor de mantenimiento se encuentra que existe un herramental para los ajustes de pinzas que permite sincronizar y alinear todas las pinzas, pero no se tiene el conocimiento de cómo utilizar la herramienta, no hay stock de pinzas para efectuar los cambios de pinzas y hace falta la capacitación por parte de los técnicos de “Krones” para elaborar el proceso de ajuste, alineación y sincronización de las pinzas utilizando el herramental. Como propuesta se crea el instructivo para ajuste de sincronización de pinzas de sopladora “SOP” (Ver ilustración 44)

Se consulta manual de fabricante para ver el instructivo de herramental de ajuste y sincronización de pinzas, pero, es una operación de mucha precisión, por lo tanto, se debe realizar con ayuda de un técnico capacitado, además el instructivo está en idioma alemán como se muestra instructivo en la ilustración número 30.

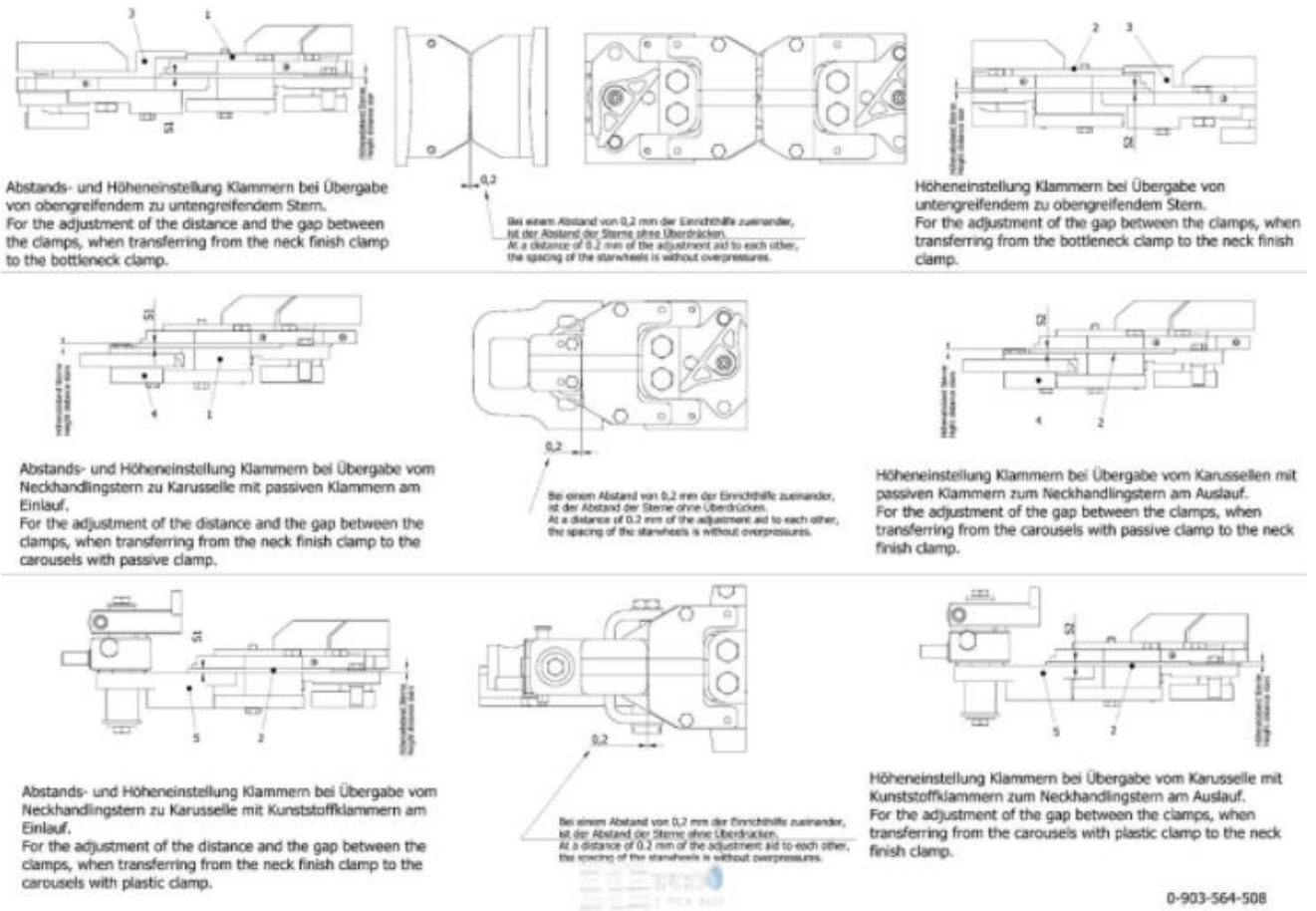


Ilustración 33. Instructivo de alineación y sincronización de las pizas de estrella de transferencia sopladora.

Fuente: Supervisor de mantenimiento.

4.8.4.1.2 ALTA TEMPERATURA DEL MOLDE

Las preformas se pegan en el molde porque luego de la esterilización el molde queda a 50 °C, por lo que se debe realizar un enfriamiento manual para bajar la temperatura de los moldes para que la preforma o botellas no quede pegada en el molde, se incluye este procedimiento de enfriamiento manual de molde en el registro LILA de Sopladora.

4.8.4.2 AJUSTES DE LAS PINZAS

El evento se analizó ante la falla de botella o preforma pegada en el molde, los desajustes de las pinzas se deben por ejecutar de forma incorrecta la alineación y por el mal estado de las pinzas (torcidas), además los operadores ajustan y alinean las pinzas a criterio y de forma manual, se debe realizar capacitación del uso del herramienta para realizar los ajustes (sincronización y alineación) correctos.

La propuesta preventiva es crear el instructivo de ajuste y sincronización de pinzas y como acción correctiva comprar pinzas nuevas para posteriormente diseñar un pasa/no pasa (gause) con las pinzas en buen estado (nuevas).

La respuesta de mantenimiento es que ya se compraron las pinzas, pero el cambio se hará durante el mantenimiento mayor "Overhaul", ya que, el deterioro y mal ajuste de los componentes también se debe a fallas en el sistema de rodamiento de la máquina sopladora.

4.8.4.3 PREFORMA ATASCADA EN LA TOLVA

Las preformas quedan atascadas en la tolva por el mal estado de la banda elevadora de preformas, el daño de la banda es por los eslabones que se han quebrado y la preforma queda atascada en la salida de la tolva, la función del eslabón es poder arrastrar la preforma para que suba por la banda elevadora y luego pasa a los transportadores de ingreso de preforma a la inspectora, se agrega en el LILA de sopladora limpieza e inspección de banda elevadora de preforma, además de verificar el pistón, muñoneras, el eje y lubricación en elevador de preforma, otra medida es exponer al proveedor el cambio del material de la banda, cambiarlo por hule para evitar el desquebrantamiento de los eslabones.(Ver ilustración 33).



Ilustración 34. Causa de botella atascada en tolva.

Fuente: Elaboración propia.

4.8.4.4 AJUSTE EN SENSORES DE RUEDA.

Los sensores dan falsas señales por el mal estado en que se encuentran los reflectores, se han deformado por las altas temperaturas de esterilización de las maquinas del bloque aséptico y el proceso de secado de botellas, al estar deformados los reflectores de los sensores envían las falsas señales a la sopladora por no detectar la presencia de preformas en la estrella de salida de botellas lo que provocan los paros de la máquina y genera la pérdida de toda la preforma del horno de la sopladora y la rueda de salida a de llenadora por el vaciamiento, aproximadamente se pierden 240 preformas por cada paro, en el caso de los reflectores se debe cambiar el tipo de material, se debe exponer el cambio del material de los reflectores de los sensores al fabricante ya que están expuestos a las altas temperaturas y siempre van a tender a deformarse con el calor al que están expuestos, se gestiona por medio de mantenimiento el cambio del material de los reflectores con el fabricante como parte de la garantía del equipo.



Ilustración 35. Reflector de sensor de rueda de soplado.

Fuente: Entrevistas a operadores y supervisor de línea 12.

4.8.5 RESUMEN DE RESTAURACIÓN DE CONDICIONES BÁSICAS EN MÁQUINA SOPLADORA DE BOTELLAS.

Con los resultados de la investigación se realiza la generación de avisos en el sistema SAP de las averías encontradas por el grupo de trabajo, para la restauración de condiciones básicas de la máquina Sopladora.

Tabla 12. Daños de componentes encontradas en la máquina sopladora que ocasionan defectos o fallas.

Pieza	Imagen	Causas
Pinzas de rueda de soplado.		Pinzas deterioradas por trabonazos de preformas a la salida del esterilizador y en los moldes, actualmente se rectifican.
Bujes de eje de base de pinza.		Desgaste es por los trabonazos, no agarra bien las preformas.
Ejes de base y brazo de pinza.		Desgaste, presenta juego a los lados, lo que hace que una pinza abra más que otra.
Roles de brazo de pinza.		Desgaste por sobreesfuerzo de empuje de las muelas que abren y cierran las pinzas.
Roles seguidores de brazo de pinza		Recubrimiento gastado.

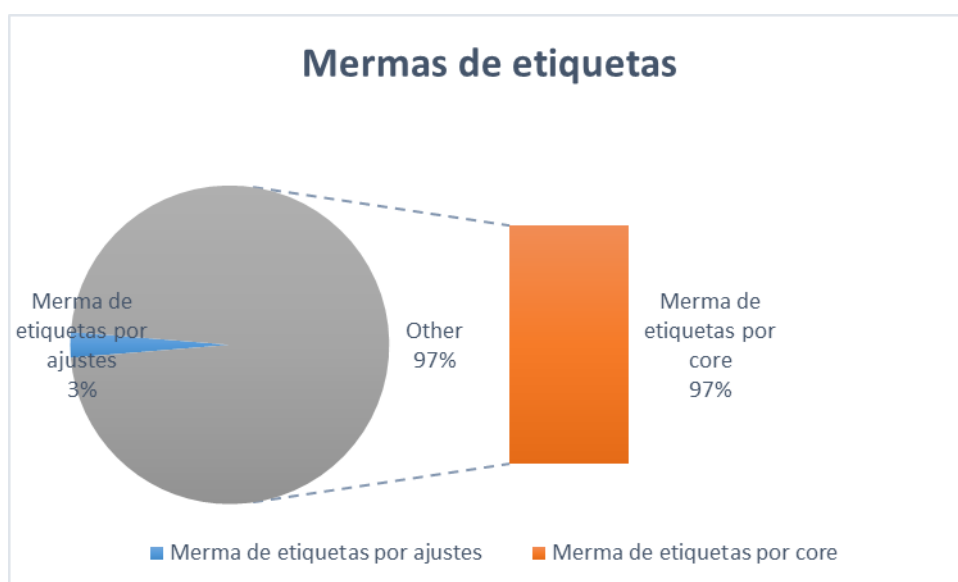
<p>Kit de válvulas y empaques de presoplado, soplado intermedio y final</p>		<p>Daño por fuga de glicol (daño del seguro de manguera de enfriamiento), se filtró el glicol en la válvula provocando que se pegaran y esto ocasionó daño en empaques.</p>
<p>Electroválvulas de presoplado, soplado intermedio y final</p>		<p>Se dañó después de la fuga de glicol, se humedecieron por dentro</p>
<p>Roles seguidores de levas de fondo de molde.</p>		<p>Marca de golpe de la leva que los guía.</p>
<p>Roles seguidores de levas de molde.</p>		<p>Molde, abren y cierran levas, desgaste por desajustes de pinzas y los trabonazos.</p>
<p>Roles seguidores de leva de tobera (al dañarse el nylon se pierde la medida).</p>		<p>La tobera sube y baja, desgastados por uso y la suciedad (polvo de leva) y glicol adherido.</p>
<p>Conector para manguera neumática pistón entrada de inspectora preforma.</p>		<p>Se coloca el conector para utilizarlo en la entrada del horno, por lo que la inspectora no abre el pistón cuando se traba una preforma y corta la entrada de preformas a la máquina, el operador debe retirar la preforma manualmente.</p>
<p>Mariposas de pinzas quebradas.</p>		<p>Se encuentran en el módulo de esterilización, y se gastan por las altas temperaturas (105°).</p>

Se realizan los reportes los componentes dañados mostrados en tabla 12 y se incluye la inspección y limpieza de las partes de la máquina relacionada en el registro LILA de Sopladora.

4.9 MERMA DE ETIQUETAS:

Se tabulan los datos de las órdenes de producción de octubre, noviembre y diciembre del año 2020 para determinar las causas de pérdidas de etiquetas.

Gráfico 14. Merma de etiquetas.



Con los datos de octubre, noviembre y diciembre como se muestra en el gráfico 14, se obtiene que para la producción de 973 616 botellas de producto terminado, se tuvo una merma por ajustes de 1262 etiquetas lo que representan el 3 % de pérdida y el 97 % de la pérdida de etiquetas es por la cantidad de etiquetas que quedan en los centros de los rollos, los datos se obtienen de los registros de producción, los operadores comparan las cantidades del contador de etiquetas contra la cantidad indicada en cada rollo para obtener la diferencia en cantidades. No se puede comprobar las cantidades con los contadores de la etiquetadora ya que, estos son reiniciados automáticamente al finalizar cada orden de producción, por lo que no se tiene la estadística total de la máquina.

4.9.1 ANÁLISIS DE PAROS PEQUEÑOS DE ETIQUETADORA

En el análisis de máquinas, se puede determinar que la frecuencia en pequeños paros de la etiquetadora no representa mayor incidencia en la merma de material, en la tabla 13, se presentan todos los eventos de paros pequeños del año 2020 de la máquina etiquetadora.

Tabla 13. Datos de paros de Etiquetadora.

Detalle del paro	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
Ajuste sensor de registro de etiqueta	37,00	38,1%	38,1%
Ajustes en cuchilla de corte	8,00	8,2%	46,4%
Falla etiquetadora	9,00	9,3%	55,7%
Ajustes de temperaturas	6,00	6,2%	61,9%
Etiquetas pegadas en rodillo engomado	8,00	8,2%	70,1%
Ajuste de empalme de etiqueta	9,00	9,3%	79,4%
Ajuste tornillo sin fin	3,00	3,1%	82,5%
Ajuste de enconder	2,00	2,1%	84,5%
Limpieza tambor de vacío	5,00	5,2%	89,7%
Ajuste de sensor de engomado	1,00	1,0%	90,7%
Ajuste de sensor de entrada	3,00	3,1%	93,8%
Ajuste de receta	3,00	3,1%	96,9%
Ajuste o cambio de punto de corte	1,00	1,0%	97,9%
Ajuste de tensión de plato de la etiqueta	1,00	1,0%	99,0%
Ajuste en inspectora	1,00	1,0%	100,0%
Total, eventos	97,00		

La tabla 13, muestra todos los paros pequeños presentados etiquetadora, del total de fallas únicamente se tiene pérdida de etiquetas por tres fallas que son: ajuste del sensor de registro con 37 eventos, ajuste de empalme de etiqueta con 9 eventos y etiquetas pegadas en rodillo de engomado con 8 eventos durante el año.

4.9.1.1 FALLA DE AJUSTE DEL SENSOR DE REGISTRO DE ETIQUETAS.

Con una frecuencia total de 37 paros en el año 2020, los paros se dan por falta de método del ajuste del sensor de registro (taco de etiqueta), como medida

correctiva se crea estándar de operación (OPL), los detalles son incluidos en el capítulo V, sección 5.6, propuesta 6.

4.9.1.2 AJUSTE DE EMPALME.

Al entrevistar a los operadores no recuerdan o desconocen la causa de los paros por ajuste de empalme, es un tema muy puntual, revisando el archivo de excel se encuentra que la mayor cantidad de eventos se presentaron en el mes de febrero con lapsos de tiempo por paro menor a 1 minuto, por lo que la falla no se considera significativa, por ser a inicios de la puesta en marcha de producción de la línea.

Florida														HORA		
FECHA	TUR	ORDEN	COD SAF	SABOR	MÁQ UII	SUPER VIS	NOMBRE SUPERVISOR	OPERA DC	NOMBRE OPERADOR	HOR	MIN	CLAVE	CONTADOR BOT. -SAF	CONTADOR BOT. +MAC	INICIO	DURACIÓN
3/2/2020	3	10243323	165064	TROPICAL TE BLANCO 3L	2400	8070	Erick Rodriguez B	10829	DAMIAN CASTRO	2	34	2220			02:34	0,37
12/2/2020	2	10243524	182739	GATORADE LIMA LIMON 60	2400	8070	Erick Rodriguez B	5118	JOSE RETANA	18	20	2220			18:20	0,28
12/2/2020	2	10243524	182739	GATORADE LIMA LIMON 60	2400	8070	Erick Rodriguez B	5118	JOSE RETANA	18	42	2220			18:42	0,13
22/2/2020	1	10243532	182867	GATORADE UVA 600ML PET	2400	9211	Heriberto Gonzal	10829	DAMIAN CASTRO	7	20	2220			07:20	0,08
28/8/2020	2	10252536	165064	TROPICAL TE BLANCO 3L	2400	9303	Rodolfo Orozco C	4717	Felipe Cascante	15	6	2220			15:06	0,10
1/9/2020	1	10253222	165064	TROPICAL TE BLANCO 3L	2400	14941	Jorge Sánchez Ac	4717	Felipe Cascante	7	27	2220			07:27	0,13
6/11/2020	2	10272661	165064	TROPICAL TE BLANCO 3L	2400	14941	Jorge Sánchez Ac	4717	Felipe Cascante	17	43	2220			17:43	0,08
6/11/2020	2	10272661	165064	TROPICAL TE BLANCO 3L	2400	14941	Jorge Sánchez Ac	4717	Felipe Cascante	19	5	2220			19:05	0,18
30/11/2020	2	10274194	165064	TROPICAL TE BLANCO 3L	2400	19510	Gustavo Zamora	5118	JOSE RETANA	20	26	2220			20:26	0,08

Ilustración 36. Paros pequeños de etiquetadora por falla de ajuste de empalme.

Fuente: Hoja de calculo excel "1-OPI Línea 12".

4.9.1.3 ETIQUETAS PEGADAS EN EL RODILLO DE ENGOMADO.

La frecuencia de la falla no es significativa, para el año sólo se presentaron 8 fallas, lo que se puede clasificar como una falla y puntual.

4.9.2 ANALISIS DE LA INFORMACIÓN DE LOS REGISTROS DE CONSUMO DE ETIQUETAS.

Por medio de la revisión de los registros de producción, se determina que la merma de etiquetas en promedio es de 250 a 300 etiquetas por rollo, consecuencia de la variación de medidas los centros de rollo, el operador debe ajustar parámetro de la etiquetadora con la medida del core más ancho para que la máquina haga automáticamente el cambio de rollo, para esto debe ajustar el parámetro de tal manera que el rollo no se acabe por completo (1 cm por encima de especificación del ancho del core), para que no se pierda el embobinado de la etiqueta, en caso

que el rollo se desembobine se corre el riesgo de que el core pase a la máquina y produzca paros o daños mayores a la etiquetadora.

Fecha	Cantidad	Tipo de etiqueta	Cantidad Por Rollos	Consumo por máquina	Diferencia	Inventario Final	Lote	Código de producción
21-01-21	1027694	Cartonado Uva 600ml opaco	10	18.000	164.282 +47	10	N/A	129067
"	"	"	11	18.000	182.036 -246	15	"	"
"	"	"	12	18.000	199.825 -205	06	"	"
"	"	"	13	18.000	217.527 -295	03	"	"
"	"	"	14	18.000	235.240 -278	09	"	"
"	"	"	15	18.000	253.000 -234	06	"	"
"	"	"	16	18.000	270.666 -332	02	"	"
"	"	"	17	18.000	288.374 -290	02	"	"
"	"	"	18	18.000	306.105 -269	04	"	"
"	"	"	19	18.000	323.785 -320	02	"	"
"	"	"	20	18.000	341.382 -403	05	"	"
22-01-21	"	"	21	18.000	359.089 -293	05	"	"
21-01-21	"	"	22	18.000	376.640 -449	05	"	"
"	"	"	23	18.000	394.426 -214	06	"	"
"	"	"	24	18.000	412.182 -244	03	"	"
"	"	"	25	18.000	429.873 -359	2	"	"
21-01-21	"	"	26	18.000	446.295 -1578	2	"	"

Ilustración 37. Registro de producción de etiquetadora

Fuente: Departamento de producción.

En el registro de “toma de datos” al terminar las ordenes de producción se hacen las anotaciones correspondientes a consumos de materiales y mermas en la casilla de observaciones, para determinar la merma, se tiene una pérdida significativa de etiquetas por el material que queda en los centros de rollo sin utilizar, como se muestra en la ilustración 35, de la producción de 252384 botellas se obtuvo una pérdida de etiquetas por ajustes en máquina de 90 etiquetas y una merma significativa de 3839 etiquetas por el material que queda en los centros de rollo sin utilizar, lo que representa un 1.52 % de la cantidad total de etiquetas utilizadas para la producción.

Semana :	SEMANA 49	Consecutivo :	4911-07	Cantidad Planificada	252384
Línea	LIN0012	Número de Orden	10274177	Cantidad Producida	252504
Fecha y Hora Inicial: 04/12/2020 11:02		Código :	182863		
Fecha y Hora Final: 5/12/2020 16:00		Descripción Item	GATORADE BERRY BLUE 600ML PET NV EXP		

ID SAP	DESCRIPCION DE MATERIAL	UM	SOLICITUD	CONSUMO	INV. FINAL	LOTE FINAL	# carnet	Merma	Observaciones o Justificación de merma
180567	ETIQUETA 600 ML GATORADE COOL BLUE RASPB	C/U	253646	252 414	8 879	129 061	5 953	-90	3839 queda en centros. 69 de perdida.
168401	LÁMINAS CARTÓN 960 MM X 1060 V2	C/U	671	668	102	168401	22462		
167857	PLASTICO PALETIZADOR AUTOMÁTICO 20" X5,00	KG	42	42.7	39.3	167857	22462		
169915	PLÁSTICO TERMOENCOGIBLE 62 CM 2.4 MLS	KG	370	390	110	687499	22518		
180129	PREFORMA 26 G CUELLO 33 MM PARA 600 ML	C/U	254151	254890	11686	31020	23722	2 386	Rechazo de inspectora
168398	SLIP SHEET PARA EXPORTACION V2	C/U	168	167	54	168398	22462		
180317	TAPA 33MM GATORADE	C/U	252889	253300	97700	058-20	5118	796	Rechazo de inspectora
183224	TARIMA MAD EXPORTACIÓN CRISTAL USADA	C/U	168	167	N/A	N/A	22462		

Supervisor Responsable: Erick Rodriguez B. Control de Materiales: _____

Ilustración 38. Registro Tomas de Material, línea 12

Fuente: Ingeniero de Proceso, línea 12. Registro Tomas de Material, línea 12.

Core: también conocido como centro de rollo, es un cilindro de cartón en el que viene envuelta la cinta de etiquetas.



Ilustración 39. Cores de etiquetas con sobrantes.

Fuente: Elaboración propia.

4.9.3 ANALISIS DE RESULTADOS DE MERMA DE ETIQUETAS.

Con base a los resultados obtenidos de los registro físicos y electrónicos de producción, se puede determinar que la merma de etiqueta es por la variación de medidas en los centros de rollos de las etiquetas, se debe estandarizar un grosor para los centros de rollos ya que, la etiquetadora tiene parámetros muy específicos, los cambios de rollo los realiza la máquina automáticamente, el operdor ajusta

según diámetro de core mayor para que la etiquetadora se detenga al faltar 100 mm sobre el diámetro de el parámetro establecido, por lo tanto, si a medida del diámetro del centro menor, se pierden etiquetas ya que la máquina cambia el rollo mucho antes, se determina que la medida estándar para el ancho del core debe ser de $\frac{1}{4}$ de pulgada, se envía especificación al proveedor de etiquetas, para que el material cumpla con los nuevos requerimientos de las máquinas nuevas.

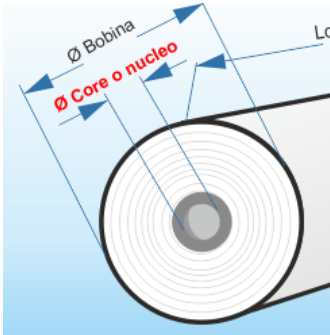


Ilustración 40. Centro de rollo o core.

Fuente: Elaboración propia.

4.10 CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO

De acuerdo con lo planteado al inicio de la investigación y analizando los resultados arrojados en el Capítulo Cuarto, se demuestra que existe el problema de merma en materiales de empaque primario en línea 12, el resultado porcentual de merma para el año 2020 fue de 2.75% lo que se cuantificó en \$26 383 por pérdidas en desperdicio de materiales de empaque primario, el costo en colones con tipo de cambio del dólar a ₡615.5, es de ₡16 238 737 millones de colones.

Según el objetivo de la investigación “Determinar las principales causas que originan las pérdidas del material de empaque en el proceso de envasado”, se demuestra que la principal causa de merma es por paros pequeños en las principales máquinas llenadora y sopladora de botellas, las cuales, impactan directamente en la merma de preformas y tapas, materiales que representan el 91% del costo de pérdida en mermas para un total de ₡14 905140 millones de colones, además se cuantifica la pérdida de 496,6 horas improductivas por los paros con un costo de ₡463 974 870 millones, para un total de pérdida de ₡478 880 010 millones de colones en el año 2020.

Se concluye que las pequeñas fallas en las máquinas llenadora y sopladora de botellas están directamente relacionadas a los malos ajustes y deterioro de las máquinas además de la falta de competencia técnica del personal, tanto, a nivel operativo como por parte de los técnicos de mantenimiento.

Las oportunidades de mejora se deben enfocar en capacitación y creación de métodos operativos.

5 CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

5.1 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN.

En este capítulo se desarrollaron las propuestas basadas en las conclusiones del capítulo 4 diagnóstico del proyecto en el que se identificó que la principal causa de las mermas en materiales de empaque es resultado de las fallas crónicas en las máquinas sopladora y llenadora de botellas que además representan una pérdida significativa en costo de operación por horas improductivas.

5.2 PROPUESTA DE MEJORA # 1: CAPACITACIÓN DEL PERSONAL OPERATIVO Y DE MANTENIMIENTO DE LAS MÁQUINAS LLENADORA Y SOPLADORA L-12.

La primera propuesta es capacitar al personal operativo y de mantenimiento impartiendo los conocimientos técnicos para operar las máquinas, realizar ajustes y reparaciones ante las fallas presentadas, debido a las limitaciones del proyecto, se presenta sólo el plan de capacitación, el instructivo de la capacitación no se presenta por temas de confidencialidad corporativa, a continuación, en la tabla N°14 se muestra el plan de la capacitación.

Tabla 14. Plan de Capacitación.

Módulo	Capacitador de fabricante "Krones"	Lista de contenidos	Método de implementación	Objetivo
I. Principios de funcionamiento y especificaciones técnicas de las máquinas del bloque aséptico "Contiform AseptBlock"	Técnico especializado en automatización de líneas.	Introducción principios de funcionamiento del bloque Aséptico	Curso teórico, principios de funcionamiento de las máquinas del bloque aséptico.	Lograr que el equipo de trabajo de mantenimiento y operadores de la línea 12 conozcan el proceso y los principios de funcionamiento de las máquinas de bloque aséptico (Sopladora y llenadora de botellas)
		Formación de uso de químicos para la esterilización del bloque aséptico		
		Módulo de Calentamiento		
		Módulo de Soplado		
		Lubricación		
		Proceso de Calentamiento de máquina sopladora		
		Proceso de soplado		
		Sistema de aire agua. Sistema de ventilación del bloque aséptico		
II. Operación y mantenimiento de las máquinas del bloque aséptico "Contiform AseptBlock"	Técnico en Mantenimiento.	Mantenimiento básico	Entrenamiento en el sitio de trabajo	Realizar cambios y ajustes de piezas de forma correcta, identificar las causas de variaciones en las máquinas y diagnosticar fallas en máquinas analizando las variaciones
	Técnico en Mantenimiento.	Diagnosticar las fallas en las máquinas, llenadora y sopladora.		
	Técnico eléctrico.	Codificación del sistema eléctrico del bloque aséptico		
	Técnico en Mantenimiento.	Ajuste y sincronización mecánica de las partes y componentes de las máquinas del bloque aséptico, luego de los cambios de formato.		
	Técnico electrónico.	Calibración de sistemas electrónicos de las máquinas del bloque aséptico		
	Técnico en Mantenimiento.	Reparación y mantenimiento de máquinas del bloque aséptico		

Fuente: Elaboración propia.

El primer módulo de capacitación se realizó en la primera semana del mes de mayo como se indica en la propuesta no se requirió ningún material extra para efectuar la capacitación, el personal técnico del fabricante impartió la capacitación con material audiovisual y proporcionó a los asistentes los manuales de funcionamiento y operación de las máquinas, la capacitación realizó de manera directa en el auditorio de la empresa con el personal estrictamente necesario.

Para la capacitación del módulo dos, la propuesta se basa en la asistencia del personal operativo y de mantenimiento de la línea 12 en el mantenimiento programado "overhaul", así conocerán con más detalle el procedimiento de desmontar y montar las piezas y componentes de las máquinas sopladora y

llenadora, examinar las máquinas, hacer una limpieza a fondo y reemplazar las piezas que esté desgastadas o dañadas.

En el contrato de compra de la línea se adquirió el compromiso de realizar el mantenimiento mayor (overhaul) de las máquinas de la línea al cumplir 3.000 horas de producción, no se ha realizado por el alto costo que implica la compra de los repuestos y pago de los servicios del personal técnico del fabricante “Krones”, por esta razón se ha postergado el mantenimiento, pero, el deterioro de las máquinas ocasionan pérdidas significativas en la producción, las gerencias de producción y mantenimiento gestionaron el cumplimiento de “overhaul” para el mes de junio del año 2021. La propuesta planteada en el proyecto es que el personal de la línea, técnicos y operadores asistan en el mantenimiento “ovehaul” a los técnicos especializados de “Krones” con el objetivo que aprendan mediante la observación y ejecución del mantenimiento, reafirmando los conocimientos adquiridos en la capacitación teórica.

A continuación, se presenta la tabla que indica la cantidad de horas del plan de capacitación y el monto correspondiente al tiempo de disposición del personal.

Tabla 15. Costo total de capacitación de personal de mantenimiento y operativo de máquinas sopladora y llenadora, línea 12.

Capitador :		Técnico de Krones		
Personal	Puesto	Costo por hora	Horas de capacitación	Total
3	Operador de Llenadora	₺2 200	48	₺316 800
3	Operador de Sopladora	₺2 200	48	₺316 800
2	Técnico electrónico	₺2 700	48	₺259 200
2	Técnico mantenimiento	₺2 700	48	₺259 200
1	Supervisor de mantenimiento	₺3 000	48	₺144 000
1	Gestor de mantenimiento	₺3 000	48	₺144 000
	Total			₺1 440 000
Modulo 2: Operación y matenimiento de las máquinas del bloque asético (Llenadora y Sopladora L-12)				
Capitador :		Técnicos de Krones		
Personal	Puesto	Costo por hora	Horas de capacitación	Total
2	Operador de Llenadora	₺2 200	144	₺633 600
2	Operador de Sopladora	₺2 200	144	₺633 600
1	Técnico electrónico	₺2 700	144	₺388 800
1	Técnico mantenimiento	₺2 700	144	₺777 600
1	Supervisor de mantenimiento	₺3 000	144	₺864 000
				₺3 297 600
Costo Total, capacitación				₺4 737 600

Fuente: Elaboración Propia.

Como se muestra en la tabla número 14, el monto total por disponibilidad del personal corresponde a ₡4 737 600 colones, lo cual representa un 31,8 % del costo total en pérdidas por merma de tapas y preformas (₡14 905 140) y adicionando las horas de pérdida por paros de ₡463 974 870 equivale a un 0.99 %, lo que refleja que con la inversión única de la capacitación se tiene un beneficio a largo plazo en la reducción de mermas y el beneficio al reducir las pérdidas en tiempo operativo le permitiría un ahorro significativo a la empresa, ese ahorro lo puede utilizar en invertir en la compra de repuestos para mantenimiento preventivo de las máquinas.

Es importante que la información obtenida en la capacitación quede debidamente documentada y se elaboren los métodos de operación y mantenimiento, una vez finalizada la capacitación del módulo II, los expertos indican la reducción del 85% de fallas en el proceso por ajustes (paros pequeños) de la línea, en los primeros meses de la implementación, debido a que, como todo cambio, debe superar su curva de aprendizaje. Se estima recuperar el costo de inversión en el primer mes con la disminución de la merma y la disponibilidad de tiempo operacional de la línea.

5.3 PROPUESTA DE MEJORA # 2: ACTUALIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DE LIMPIEZA, INSPECCIÓN, LUBRICACIÓN Y AJUSTE DE MÁQUINAS LLENADORA Y SOPLADORA DE BOTELLAS DE LÍNEA 12.

Como parte de la metodología de la empresa, se sigue una ruta de pasos a seguir de TPM, el primer paso es restablecer las condiciones básicas, consiste en identificar anomalías en los equipos como el deterioro de los componentes de las máquinas y crear estándares en los procedimientos como también la mejora de los ya existentes, el estándar de limpieza, inspección y lubricación ya existía como documento provisional (tomado de otra línea de producción), fue modificado y adaptado al proceso específico de las máquinas de línea 12, específicamente se evalúan y cambian métodos de lubricación e inspección, además se cambian frecuencias, se determinan zonas de las máquinas y se incluyen puntos de limpieza, inspección y lubricación.

Para el proyecto se reportó y dio seguimiento a fallas en la maquinaria, para, la restauración de condiciones básicas. (Ver tabla número 16).

Tabla 16. Avisos de averías o anomalías de máquinas: Llenadora y Sopladora de línea 12.

Aviso	Descripción
300064755	colocar 2 visores faltantes de la corbat
300064912	fuga de refrigerante sopladora L12
300064914	fuga soda en ventana de llenadora L12
300064916	fugas de agua valvulas trasvase L12
300064977	Revisar Servoamplificador
300065107	peligro electrico en cuarto asept. L12
300065303	Reparar motor alimentador de tapas
300065841	Cambiar lampara UV Sopladora L12
300065933	fuga filtro esterilizador llenadora L2
300065935	manometro vidrio quebrado calderin L12
300065970	Revisar servomotores
300065973	reparar rechazador de botellas
300065974	reparar fuga de trampa de vapor
300065976	reparar fuga en valvulas (empaques)
300066030	Pistón Dañado
300066077	Fuga de aceite (motor dañado)
300066165	Cambio de prismas dañados en sopladora
300066166	Fuga aceite motor organizador preforma
300066274	Manilla quebrada
300066276	Pedir tornillos de repuesto
300066277	Revisar piston volteador de tapas
300066280	Banda elevadora preforma L12 dañada
300066931	Pinzas de transferencia llenadora L12
300066932	Pinzas del hormo de sopladora L12
300067205	Bujes de eje de base de pinza
300067206	Ejes de base y brazo de pinza
300067207	Roles de brazo de pinza
300067208	Roles seguidores de brazo de pinza
300067209	Kit de válvulas y empaques de presoplado, soplado intermedio y soplado final
300067210	Electroválvulas de presoplado, soplado intermedio y soplado final
300067211	Roles seguidores de levas de molde y tobera
300067212	Reflectores de sensores de rueda
300067213	Conector para manguera neumática pistón entrada de inspectora preforma

Fuente: Departamento de Mantenimiento Planta Refrescos.

Luego de restablecer las condiciones básicas de las máquina llenadora y sopladora mediante el reporte y seguimiento de las averías encontradas, se realizó

la adecuación de los registros de limpieza, inspección, lubricación y ajuste para las máquinas sopladora y llenadora de botellas de la línea 12, ya que, los registros de limpieza existentes fueron tomados de otra línea de producción y muchos de los componentes, comandos y métodos diferían por el tipo de tecnología, además se agrega un columna para segmentar las máquinas por zonas.

5.3.1 GENERALIDADES DEL PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA, INSPECCIÓN, LUBRICACIÓN Y AJUSTE (LILA).

A continuación, se describen las generalidades de los pasos a seguir del procedimiento de limpieza, inspección, lubricación y ajuste LILA de máquinas llenadora y Sopladora de línea 12.

5.3.1.1 Paso 1: Limpieza inicial

Limpia para eliminar polvo y suciedad principalmente en el equipo, lubricar, ajustar, descubrir problemas de lubricación, ajustes, elementos de fijación, a través de la limpieza e inspección, para ello, el operador debe conocer los diferentes componentes de la máquina, en el caso de encontrar situaciones de fugas, desgastes, o anomalías debe realizar el reporte para evitar averías en el equipo.

5.3.1.2 Paso 2: Inspección

Consiste en verificar si la situación encontrada de la máquina está de acuerdo con la condición deseada, conforme criterios preestablecidos en el registro LILA, las anomalías encontradas y la generación de acciones para eliminarlas deben de ser reportadas, teniendo en cuenta que, las anomalías son aquellas deficiencias en los equipos que, aunque no provocan paros en la máquina de no ser atendidas, con el tiempo pueden generar fallas.

Los siguientes son los aspectos para inspeccionar:

Ajuste: Verificar ajustes de los elementos de unión (tornillos, tuercas, remaches) y el estado de las piezas, en caso de que se desajusten por desgastes.

Vibración: Verificar si los elementos de las máquinas están generando vibración por desajustes, desgastes, suciedad, etc.

Temperatura: Los parámetros de temperaturas se establecieron conforme al proceso y se establecen en el registro LILA, si la temperatura está fuera de los parámetros puede generar daños en los instrumentos de precisión, motores o componentes eléctricos, corto circuitos y deficiencia en la lubricación.

Presión: Revisar que las presiones se encuentren dentro de los parámetros determinados en el registro LILA, la presión por encima de especificación genera deformaciones ocasionando escapes y rupturas de tuberías y las presiones bajas dificultan las condiciones de operación de las máquinas generando paros menores.

Escapes: los escapes en tuberías de vapor y agua generan desperdicios, acumulación de mugre, aumenta costos de producción, ruidos, consumo de energía y deficiencia de lubricación.

Corriente eléctrica: Inspeccionar la corriente en motores eléctricos es fundamental, con el tiempo de uso hay pérdida de capacidad de aislamiento, provocando que se quemé el motor.

5.3.1.3 Paso 3: Identificación y reporte de anomalías.

Consiste en identificar las anomalías encontradas luego de las actividades de inspección y limpieza, las anomalías pueden ser las siguientes:

Fallas Menores: son pequeñas anomalías, la mayoría de las veces se debe al deterioro natural de los componentes (tensión, vibraciones, desgastes).

Condiciones Básicas: Anormalidad que no está en conformidad con el diseño original del equipo, que ocasiona el deterioro forzado, debido a mala operación de los equipos, puede ser por el cambio de componentes, piezas o funciones deshabilitadas, malos procedimientos de lubricación o ajustes.

Lugares de Difícil Acceso: Lugar donde es difícil realizar actividades de inspección, limpieza, lubricación, ajuste, reparación y operación, para ello se determina una frecuencia de inspección como parte de mantenimiento preventivo con la máquina detenida.

Fuentes de Contaminación: Fugas crónicas de algún elemento de la máquina, que causan deterioro en la máquina.

Lugares Inseguros: Anomalías que pone en riesgo la salud y seguridad de las personas y también el medio ambiente. Ejemplo: Falta de bloqueos de las máquinas, cableado sin protección, botón de seguridad dañado, elevado nivel de ruido, altas temperaturas.

Reporte de Anomalías:

Dependiendo del tipo de anomalía encontrada por el operario debe generar una de tarjeta de reporte, existen dos tipos de tarjetas, Tarjeta Roja y Tarjeta Azul, el operador realiza el reporte mediante la tarjeta y la entrega al supervisor, luego el supervisor genera el aviso de mantenimiento en el sistema SAP y coloca la tarjeta en la parte de la máquina que se encuentra la avería.

La tarjeta roja se utiliza para realizar los reportes correspondientes a seguridad, por lo tanto, se les debe dar prioridad de resolución.



Ilustración 41. Tarjeta Roja, reporte de seguridad.

Fuente: Departamento de producción.

La empresa cuenta con un formato de reportes de anomalías en las cuales se hace la descripción de la anomalía, quién la reportó y la matriz de prioridad.

La matriz tiene una clasificación de 4 aspectos

A: esta clasificación permite ubicar aquellas anomalías que tienen un impacto alto al ser solucionadas y un costo de solución bajo.

B2: esta clasificación ubica aquellas anomalías que tienen un impacto alto al ser solucionadas y un costo de solución alto.

B1: esta clasificación ubica aquellas anomalías que tienen un impacto bajo al ser solucionadas y un costo de solución bajo.

C: esta clasificación permite ubicar aquellas anomalías que tienen un impacto bajo y un costo de solución alto.

La tarjeta azul, es para reportes de fallas o averías en máquinas.


The image shows two blue report cards from Florida Bebidas. The left card is a priority matrix with a grid of colored boxes: A (green), B2 (yellow), B1 (yellow with a circle), and C (red). Below the matrix is a 'DESCRIPCIÓN' section with handwritten text: 'Marmiteo B-954 base dorada', 'Sistema ventilación principal', and the number '300067619'. The right card is a 'REPORTES DE FALLAS' form with fields for 'Fecha', 'Nombre', 'Línea', 'Máquina', and 'Turno'. It features a list of anomalies (A-Q) and a 'ZONA' selection at the bottom.

Ilustración 42. Tarjeta Azul, reporte de anomalía

Fuente: Departamento de producción.

La prioridad indica la importancia de la anomalía encontrada según la clasificación de la matriz de priorización, luego la descripción de la anomalía, en la otra parte de la tarjeta se debe llenar la tarjeta con la fecha, nombre de persona que reporta, línea y máquina reportada.

5.3.2 REGISTRO DE LIMPIEZA, INSPECCIÓN, LUBRICACIÓN Y AJUSTE (LILA) LLENADORA.

	Registro de Limpieza, Inspección, Lubricación y Ajuste (LILA) de Llenadora Línea 12		CÓDIGO: R-DP-0648
Departamento de Producción, RF			VERSIÓN: 002
Clasificación de la información:	<input type="checkbox"/> ()	<input type="checkbox"/> () Uso restringido	<input checked="" type="checkbox"/> (X) Interno
			<input type="checkbox"/> () Público

5.3.2.1 ACTIVIDADES DE LIMPIEZA.

Tabla 17. Puntos de limpieza incluidos en la frecuencia semanal de la máquina llenadora de línea 12.

N°	Zona	Componente	Limpieza: Estándar de limpieza Inspección: Punto de inspección	Herramientas	Operación o Código de OPL	Estado máquina	Frecuencia y Cuándo
6	3	Limpieza de inspectora de nivel, tapa y rechazador	Sin grasa Sin residuos Sin suciedad	Toallas Pulidor de acero inoxidable Agua Potable Alcohol isopropilico al 70%	1.Limpiar la suciedad de la inspectora con agua y toallas. 2. En caso de exceso de suciedad limpiar con una toalla y pulidor de acero inoxidable. 3. Limpiar las ventanas y puertas con una toalla húmeda con alcohol.	Detenida	Semanal
13	5	Sensores de luz, reflectores de la salida de la llenadora inspectora.	Sin polvo Sin suciedad	Toalla Alcohol isopropilico al 70%	1. Limpiar los sensores de luz y reflectores con una toalla y alcohol.	Detenida	Semanal
14	1	Disco reunidor de tapas, mesa de máquina, inspectora, boquillas del ionizador.	Sin polvo	Toalla Aspirador de polvo Alcohol isopropilico al 70%	1. Retirar la tapa del depósito de tapones. 2. Abrir la portezuela del depósito de tapones y del mecanismo clasificador. 3. Aspirar los residuos depositados. 4. Limpiar toda la superficie con una toalla húmeda con desinfectante a base de alcohol.	Detenida	Semanal/ Inicio de turno
15	4	Carriles de transferencia de tapas.(carril en uso)	Sin polvo Sin suciedad	Toalla Aspirador de polvo Alcohol isopropilico al 70%	1. Aspirar los residuos depositados. 2. Limpiar toda la superficie con una toalla húmeda con desinfectante a base de alcohol.	Detenida	Semanal / Inicio Turno
16	5	Limpieza del retorno del CIP	Sin polvo Sin grasa Sin suciedad	Toallas Agua Potable Disolución de 1 L de abrillantador de aluminio y acero inoxidable con 10 L de agua	1.Enjuagar con agua potable las tuberías. 2.Mojar el área con un atomizador que contenga la dilución del abrillantador, dejarlo por 3 min y luego enjuagar. 3. Limpiar los acrilicos con una toalla húmeda y luego dejarlos secar.	Despues de cada CIP	semanal

En la tabla 17 muestra las actividades de limpieza que se agregan en registro de limpieza, inspección, lubricación y ajuste como parte de la mejora de las fallas encontradas en llenadora.

5.3.2.2 ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN.

Tabla 18. Puntos de inspección incluidos en para la máquina llenadora de línea 12.

Nº	Zona	Componente	Limpieza: Estándar de limpieza Inspección: Punto de inspección	Herramientas	Operación o Código de OPL	Estado máquina	Frecuencia y Cuándo
17	2	Verificar la dosificación de Nitrógeno líquido	Dosificación de Nitrógeno líquido	Inspección visual	1. Verificar que la dosificación de Nitrógeno sea la correcta. 2. Verificar que la entrada de Nitrógeno este abierta. 3. Verificar la receta correcta de Nitrógeno.	Producción	Por turno
18	2	Barrera de vapor calderín llenado Set point 103°C TT258	Panel de control principal	Inspección visual	1.Verificar en pantalla que se encuentre en el ámbito de trabajo, temperatura arriba de 90 °C.	Producción	Por turno
19	1	Inspección del Colector	Colector	Inspección visual	1.Verificar que el colector no presente fugas de producto.	Producción	Por turno
20	2	Verificar los niveles de las barreras hidráulicas	Panel de control principal	Inspección visual	1.Verificar en pantalla que se encuentre entre el nivel establecido.	Producción	Por turno
21	2	Revisar la temperatura de entrada de producto. Set point 35°C TT101	Panel de control principal	Inspección visual	1.Verificar en pantalla que se encuentre en el ámbito de trabajo. Temperatura entre (20 - 40) °C	Producción	Por turno
22	1	Tuberías, válvulas trasvase instrumentación.	Tuberías, válvulas e instrumentación	Inspección visual	1. Las válvulas trasvase no debe estar deteriorado ni sucio. 2. Por las tuberías, válvulas, y la instrumentación no debe salir ni líquido ni vapor.	Producción	Por turno
23	1	Conductos, válvulas, bomba (Estación de bombeo de Peróxido de hidrógeno (H ₂ O ₂))	Estación de bombeo de peróxido, conductos y válvulas	Inspección visual	1. La estación de bombeo de peróxido no debe estar deteriorada ni sucia. 2. Por las tuberías y las válvulas no debe salir ni líquido ni vapor. 3. La bomba no debe estar deteriorada ni presentar fugas.	Producción	Por turno
24	1	Secador de aire comprimido (Terminal de válvulas)	Cámaras de secado / Desecante	Inspección visual	1. Comprobar que el color del desecante este en naranja (correcto) 2. En caso de estar color blanco se tiene que cambiar. (incorrecto)	Producción	Semanal / Inicio de producción

Tabla 18, se muestran las actividades de inspección que se agregan en registro de limpieza, inspección, lubricación y ajuste en llenadora, según las fallas encontradas en la máquina llenadora y recomendaciones del fabricante.

5.3.2.3 ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN ENFOCADAS EN EL

MANTENIMIENTO PREVENTIVO.


Tabla 19. Puntos de inspección incluidos en el registro LILA para el mantenimiento preventivo máquina llenadora de línea 12.

Nº	Componente	Limpieza: Estándar de limpieza Inspección: Punto de	Herramientas	Operación o Código de OPL	Estado máquina	Frecuencia y Cuándo
36	Válvulas, llaves, empalmes (Red de tuberías)	Válvulas Llaves Empalmes	Inspección visual	1. Comprobar que la red de tuberías no tenga fugas ni estén obstruidas.	Detenida	Mensual
37	Sensor de temperatura (Carcasa, conducto de glicol, unidad de acondicionamiento)	Cables Conexiones Sensores de temperatura	Inspección visual	1. El sensor de temperatura no debe estar suelto. 2. Las conexiones eléctricas y los cables del sensor de temperatura no deben estar deteriorados.	Detenida	Mensual
38	Grupo de boquillas (Evaporador de Peróxido de hidrógeno (H ₂ O ₂))	Grupo boquillas	Inspección visual	1. Comprobar el funcionamiento de las boquillas.	Producción	Trimestral
39	Válvula de diafragma (Estación de llenado)	Conexiones Conductos neumáticos	Inspección visual	1. Las conexiones deben ser cerradas. 2. Los conductos neumáticos no deben presentar dobleces ni porosidades.	Producción	Semestral

Como se muestra en la tabla 19, se incluyen actividades de inspección para ser ejecutadas por el personal técnico de mantenimiento, para una revisión del estado de válvulas, llaves, tuberías y sensores de la máquina como partes críticas de inspección con frecuencias mensuales, trimestrales y semestrales.

5.3.3 REGISTRO DE LIMPIEZA, INSPECCIÓN, LUBRICACIÓN Y AJUSTE

(LILA) SOPLADORA.

	Florida Bebidas S.A.		Registro de Limpieza, Inspección, Lubricación y Ajuste (LILA) de Sopladora Línea 12	Código: R-DP-0651 Versión: 001 Página: 1/2
	Departamento de Producción División Refrescos y Lácteos Planta Refrescos			

5.3.3.1 ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN INCLUIDAS EN REGISTRO LILA.

Tabla 20. Puntos de inspección incluidos en el registro LILA Sopladora, Línea 12.

Nº	Zona	Componente	Limpieza: Estándar de limpieza Inspección: Punto de inspección Lubricación: Tipo lubricante	Herramientas	Operación o Código de OPL	Estado máquina
13	2	Panel sistema de aire	Presiones de aire en panel principal	Inspección visual	1. Verificar que las presiones de aire estén dentro del ámbito (30 bar - 40 bar)	Producción
14	2	Panel sistema de agua de enfriamiento	Posición de válvulas en panel de principal de agua de enfriamiento	Inspección visual	1. Verificar que las válvulas de agua estén en la posición correcta.	Producción
15	2	Panel sistema de agua de enfriamiento	Presiones de agua en panel de principal de agua de enfriamiento	Inspección visual	1. Verificar que caudales de agua estén dentro del ámbito (3,6 bar - 5,4 bar)	Producción
16	1	Pantalla táctil	Alarmas	Inspección visual	1. Verificar que en la pantalla no exista alarma, de haber una o varias, liberar una a una.	Detenida
17	1	Máquina	Sopladora	Inspección visual	1. Girar la máquina paso a paso mínimo dos vueltas y observar el desplazamiento de la sopladora; poner atención a golpes y a fallas indicadas	Producción
18	2	Sistema de enfriamiento	Chiller	Inspección visual	1. Revisar el sistema de enfriamiento Chiller, poner la máquina a girar y encender el horno desde la función manual; ir a la parte trasera a verificar flujos.	Detenida
19	1	Pantalla táctil	Verificar receta	Inspección visual	1. Cargar receta según formato o revisar la receta que se encuentre. 2. Verificar que los parámetros de los transportadores se encuentren según preforma a utilizar. (Recuerde que los parámetros del SILO 2 se cambian en la S20-1)	Detenida
2	2	Lubricar ejes de Conos centradores del fondo	Celerol L7003	Toalla Pistola de engrase manual Lubricante CELEROL L 7003 H1	1. Limpiar la suciedad y el exceso de grasa que pueda tener el equipo con una toalla. 2. Lubricar con CELEROL L 7003 utilizando una pistola de engrase manual una cantidad aprox 1,5 cm ³ (1 bombazo). 3. Eliminar con una toalla el exceso de grasa.	Detenida

En la tabla número 20, se muestran las actividades de inspección que se fueron agregadas en registro de limpieza, inspección, lubricación y ajuste de la máquina Sopladora, según las fallas encontradas para dar un mejor seguimiento y reporte oportuno.

5.3.3.2 ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN MODIFICADAS EN LILA.

Tabla 21. Puntos de inspección modificados en el registro LILA Sopladora, Línea 12.

Nº	Zona	Componente	Limpieza: Estándar de limpieza Inspección: Punto de inspección Lubricación: Tipo lubricante	Herramientas	Operación o Código de OPL	Estado máquina
32	2	Piñones, coronas y levas	Sin polvo Sin grasa Sin suciedad	Toallas Atomizador Alcohol iso propilico al 70%	1. Limpiar con una toalla húmeda con alcohol la rueda de soplado, leva de apertura, y cierre de molde, leva de tobera. 2. Pasar una toalla seca y limpiar. *En caso de tener una suciedad profunda luego del paso 1 restregar con la esponja.	Detenida
33	5	Resguardo interno del elevador	Elevador Transportador intermedio Transportador de retorno	Toallas Atomizador Alcohol iso propilico al 70%	1. Limpiar con una toalla húmeda con alcohol la parte interna de resguardo. 2. Pasar una toalla seca y limpiar.	Detenida
20	5	Elevador de preforma	Pistón Muñoneras Eje y lubricación en elevador de preforma	Inspección visual	1. Verificar la no presencia de fuga de aire en el pistón. 2. Verificar estado de muñoneras y eje (que no tenga juego mecánico). 3. Verificar adecuada lubricación de cadena (que no esté seca, mangueras en buen estado).	Producción
21	2	Circuito de agua de la máquina (Refrigerador, panel hidráulico)	Refrigerador Panel hidráulico	Inspección visual	1. Comprobar la cantidad de anticongelante en el agua de refrigeración con ayuda de un medidor de anticongelante.(25-75)	Detenida
22	6	Transporte de preforma	Bandas transportadoras	Inspección visual	1. Verificar que las bandas se encuentre en buenas condiciones y alineadas.	Detenida
23	2	Sistema de lubricación	Lubricación	Inspección visual	1. Verificar que el nivel de grasa en el recipiente de grasa no es menor al mínimo. 2. Verificar que la presión de envío de grasa está dentro del ámbito de trabajo (0 bar a 140 bar).	Detenida
24	2	Modulo de aire	Acometida de alta presión	Inspección visual	1. Verificar que la presión de aire de acometida de alta presión está dentro del ámbito de trabajo (35 bar-40 bar). 2. Verificar que no existen fugas de aire en el sistema.	Detenida
Nº	Zona	Componente	Limpieza: Estándar de limpieza Inspección: Punto de inspección Lubricación: Tipo lubricante	Herramientas	Operación o Código de OPL	Estado máquina
25	7	Rodillos posicionadores	Posicionador de preformas con rodillos	Inspección visual	1. Los rodillos posicionadores no deben encontrarse deteriorados ni sucios.	Detenida
27	7	Estabilizador de preformas	Cabezal de posicionador con rodillos	Inspección visual	1. Los resortes tensores tienen que estar pretensados 20mm. 2. La superficie de rodadura del estabilizador de preformas no debe de presentar daños.	Detenida
28	7	Riel del cuerpo de la preforma	Carril de alimentación de preformas	Inspección visual	1. Los perfiles de portaenvases y los perfiles de desgaste no deben de estar visiblemente deteriorados o desgastados. 2. Las preformas deben poder desplazarse uniformemente y con fluidez.	Detenida
29	4	Transporte de preforma	Cadena del horno Pistón sin fuga	Inspección visual	1. Verificar que la presión de tensora cadena de horno esté dentro del ámbito de trabajo (Máximo 6 bar). 2. Revisar el tensor de la cadena y que el pistón que no tenga fuga.	Detenida
30	4	Tornelas	Tornelas	Inspección visual	1. Revisión de narices de tornelas (no estén torcidas y que tengan los empaques adecuados).	Detenida
31	4	Horno superior	Sistema de enfriamiento de agua y aire para enfriamiento de preformas y mangas de extractores de aire	Inspección visual	1. Verificación de que no tenga fugas de aire y agua.	Producción
32	4	Horno	Lámparas de horno	Inspección visual	1. Revisión del estado de las terminales de las lámparas.	Detenida
33	4	Ducto de aire en horno	Estado de ducto de aire dentro de horno	Inspección visual	1. Verificar que el ducto se encuentre en buenas condiciones y no tenga huecos o fugas.	Detenida

En la tabla 21, se muestran las actividades de limpieza e inspección modificadas en registro de limpieza, inspección, lubricación y ajuste de la máquina sopladora.

5.3.3.3 ACTIVIDADES DE LUBRICACIÓN INCLUIDAS EN LILA.

Tabla 22. Puntos de lubricación incluidos en el registro LILA Sopladora, Línea 12.

Nº	Zona	Componente	Limpieza: Estándar de limpieza Inspección: Punto de inspección Lubricación: Tipo lubricante	Herramientas	Operación o Código de OPL	Estado máquina	Frecuencia y Cuándo
AC	2	Dispositivo de levantamiento del fondo	SKF LGHB 2	Toallas Cubeta	1. Revisar el estado de la grasa y el nivel en el recipiente. 2. Rellenar con grasa hasta el nivel especificado en el recipiente, agregando 2 kg.	Fin producción	Trimestral
Ñ	4	Cadena del horno	SKF LGHB 2	Toallas Engrasadora	1. Aplicar con la engrasadora la cantidad específica de lubricante. 2. Limpiar el exceso de grasa, así como la grasa vieja.	Fin de producción	Trimestral
L	1	Ejes de ajuste de rodillos transportadores	SKF LGHB 2	Toallas Engrasadora	1. Aplicar con la engrasadora 1 g de lubricante al rodamiento. 2. Limpiar el exceso de grasa, así como la grasa vieja.	Fin producción	Semestral
R	2	Rodamientos lineales de las estrellas de entrada y salida de la rueda de soplado	Bechem Berulub WP 402	Toallas Spray	1. Limpiar los ejes roscados con las toallas para remover los remanentes de aceite. 2. Aplicar aceite nuevo uniformemente sobre los bujes de las pinzas.	Fin producción	Semestral
S	2	Pinzas de las estrellas de entrada y salida de la rueda de soplado	Q8 GADE 220 / Bechem Berusynth EP 220	Toallas Bomb de succión Bomba de aceite	1. Revisar el estado de aceite y el nivel en el recipiente. 2. Rellenar con aceite hasta el nivel especificado en el recipiente, agregando 3,3 L. *En caso de estar muy sucio el aceite cambiarlo*	Fin producción	Semestral
M	4	Rodamiento de rodillos cónicos en el cabezal del horno	Sin polvo Sin grasa Sin suciedad	Varsol Atomizador Toallas Jabón en polvo Cubeta Esponja	1. Limpiar con una toalla húmeda con Varsol: estructura y paredes internas. 2. Pasar una toalla húmeda con jabón para eliminar los restos de grasa. 3. Pasar una toalla seca y limpia. *En caso de tener una suciedad profunda luego del paso 1 restregar con la esponja.	Fin producción	Semestral
Q	4	Árbol intermedio del tren de engranajes	Sin polvo Sin grasa Sin suciedad	Varsol Atomizador Toallas Jabón en polvo Cubeta Esponja	1. Limpiar con una toalla húmeda con Varsol: rueda de soplado, transferencia del horno, leva de soplado, leva de apertura, y cierre de molde, leva de tobera. 2. Pasar una toalla húmeda con jabón para eliminar los restos de grasa. 3. Pasar una toalla seca y limpia. *En caso de tener una suciedad profunda luego del paso 1 restregar con la esponja.	Fin de producción	Semestral
A	1	Reductor de velocidad de la tolva de carga	SKF LGHB 2	Toallas Engrasadora	1. Aplicar con la engrasadora 2 g de lubricante a la muñonera. 2. Limpiar el exceso de grasa, así como la grasa vieja.	Fin producción	Anual
D	1	Reductor de la banda transportadora de preformas en tolva	Sin polvo Sin grasa Sin suciedad	Varsol Atomizador Toallas Jabón en polvo Cubeta	1. Limpiar con una toalla húmeda con Varsol. 2. Pasar una toalla húmeda con jabón para eliminar los restos de grasa. 3. Pasar una toalla seca y limpia. *En caso de tener una suciedad profunda luego del	Fin producción	Anual
G	1	Reductores de los transportadores de preforma	Q8 Rossini CH 150	Toallas Spray	1. Limpiar la cadena con las toallas para remover los remanentes de aceite. 2. Aplicar aceite nuevo en la cadena uniformemente.	Fin producción	Anual
K	1	Cajas de transmisión de ajuste de rodillos orientadores	Sin polvo Sin suciedad	Toalla Atomizador Alcohol Soplador	1. Soplar el panel para quitar el polvo acumulado. 2. Limpiar con una toalla húmeda con alcohol.	Fin producción	Anual
4	4	Imanes de servoestrado	Interflon food lube H1	Toallas Interflon food lube	1. Lubricar con interflon food lube . 2. Limpiar el exceso de lubricación. OPL en aprobación	Detenida	Mensual
5	2	Guías lineales de los brazos giratorios	Celerol L 7003	Toalla Pistola de engrase manual Lubricante CELEROL L 7003 H1	1. Limpiar la suciedad y el exceso de grasa que pueda tener el equipo con una toalla. 2. Lubricar con CELEROL L 7003 utilizando una pistola de engrase manual una cantidad aprox 1,5 cm³ (1 bombazo). 3. Eliminar con una toalla el exceso de grasa.	Detenida	Trimestral
6	2	Rodamientos lineales de estrado de la guía lineal	Celerol L 7003	Toalla Pistola de engrase manual Lubricante CELEROL L 7003 H1	1. Limpiar la suciedad y el exceso de grasa que pueda tener el equipo con una toalla. 2. Lubricar con CELEROL L 7003 utilizando una pistola de engrase manual una cantidad: aprox. 1,5 cm³ (1 bombazo).	Detenida	Trimestral
7	4	Cadena del horno	Interflon food lube H1	Toallas Interflon food lube	1. Lubricar con interflon food lube . 2. Limpiar el exceso de lubricación.	Detenida	Trimestral

En la tabla 22, se muestran las actividades de lubricación incluidas en registro de limpieza, inspección, lubricación y ajuste de la máquina sopladora.

5.3.4 RESULTADOS DE IMPLEMENTACIÓN DE LOS REGISTROS LILA MODIFICADOS.

Con la implementación del estándar de limpieza, inspección, lubricación y ajuste readecuado para la línea 12 se pretende tratar rápidamente el deterioro y las deficiencias en las condiciones básicas de las máquinas, se definen además estándares de control para mantener los resultados, se crean estándares operativos (OPL y SOP) y se obtiene información importante para elaborar un programa de mantenimiento preventivo, posterior a este proyecto se crea un grupo de mejora de mantenimiento autónomo de las máquinas llenadora y sopladora de botellas de línea 12.

La implementación del programa de mantenimiento preventivo “LILA adecuado a las máquinas de línea 12” se realizó a finales del mes de marzo, en abril se puede observar un importante resultado de disminución en el porcentaje de merma de material de empaque primario. (Ver ilustración 42).

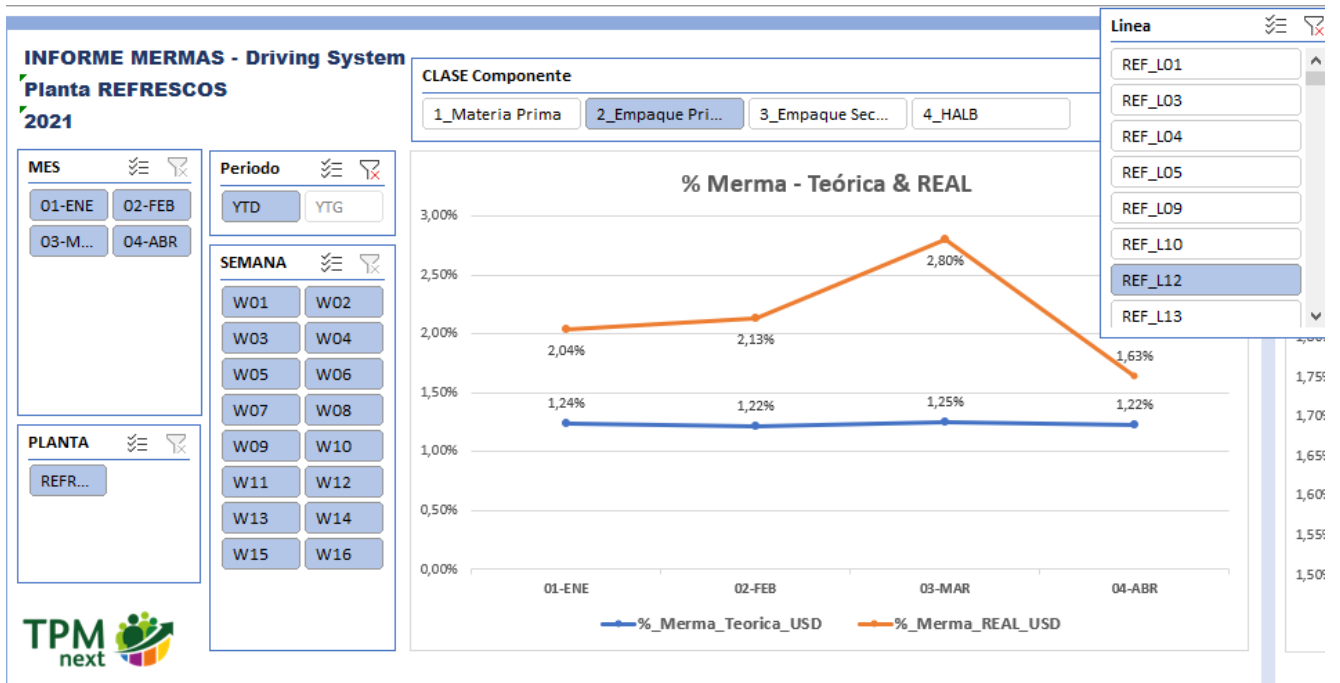


Ilustración 43. Indicador de merma material empaque primario, primer cuatrimestre del año 2021.

Fuente: Departamento Control de operaciones “Informe de mermas Planta Refrescos”.

Como se puede observar en la ilustración 42, la reducción del porcentaje de merma para el mes de abril luego de la implementación del programa de limpieza, inspección, lubricación y ajustes el indicador de merma obtenido fue de 1.63%.

Basado en la diferencia del promedio del indicador de merma en empaque primario del año 2020 (2.75%) y el resultado del mes de abril (1.63%) se estima una disminución del 1.15% para realizar el cálculo del ahorro porcentual sobre los datos reales de merma del primer cuatrimestre del año 2021 se obtiene un equivalente en colones es de ₡7 820 313, dato proporcionado por el departamento de Control de Operaciones.

El costo de la propuesta se presenta en las horas invertidas en la investigación y el desarrollo del proyecto, se toma como base el salario promedio de un ingeniero junior de ₡4 220 por hora y se detallan las horas según las etapas del proceso en la siguiente tabla.

Tabla 23. Tiempo y costo para el desarrollo del proyecto y la propuesta "Actualización del procedimiento estándar de limpieza, inspección, lubricación y ajuste de las máquinas llenadora y sopladora de botellas de línea 12 "

Tiempo invertido en el proyecto y desarrollo de la propuesta "Estándar de limpieza".		
Etapas	Horas	Total
Recolección y análisis de los datos disponibles	10	¢42 200
Investigación, selección y recolección de datos.	50	¢211 000
Entrevistas al personal y observación participativa para conocer el proceso	60	¢253 200
Reuniones con jefaturas, pilar de Calidad y proveedores.	10	¢42 200
Análisis de información del proyecto.	60	¢253 200
Reportes y seguimiento de averías reportadas en la máquinas, llenadora y sopladora de botellas.	20	¢84 400
Desarrollo de propuesta	40	¢168 800
TOTAL	250	¢1 055 000

Fuente: Elaboración propia.

5.4 PROPUESTA # 3, ESTANDARIZACIÓN DE INFORMACIÓN PARA ENTREGA DE TURNO.

La siguiente propuesta es para dar un mejor seguimiento y control del cumplimiento de las funciones del operador, se elabora un formato estándar con información relevante para la entrega de turno, así el supervisor y el ingeniero de línea disponen de la información requerida por parte del personal en el tiempo oportuno y para la toma de decisiones.

- Datos de producción.
- Consumo de materiales.
- Ejecución de tareas (Lista de chequeo).
- Reporte de averías.

Fuente: Elaboración propia.

5.5 PROPUESTA # 4, CREACIÓN DE PROCEDIMIENTO “SOP” PARA AJUSTE DE PINZAS DE MÁQUINA SOPLADORA Y CONFECCIÓN DE CALIBRADOR PARA REVISIÓN DE PINZAS (PASA/NO PASA).

Para lograr eliminar o reducir los paros de la máquina sopladora por botella o preforma atascada en el molde y ajuste de pinzas de estrella, ambas fallas ocasionadas por los malos ajustes de las pinzas, se crea estándar de ajuste de pinzas con la ayuda del técnico del fabricante y utilizando el instrumental adecuado.

FIFCO		Ajuste y sincronización de pinzas de Sopladora; horno y rueda de Soplado			CÓDIGO: XX-XX-XXXX	
Nombre del Área, Siglas de Locación					VERSIÓN: XXXX	
Clasificación de la información:		<input type="checkbox"/> Confidencial estratégica	<input type="checkbox"/> Uso restringido	<input checked="" type="checkbox"/> Interno	<input type="checkbox"/> Público	
Este documento es propiedad de Florida Ice & FarmCompany S.A. Es prohibida su reproducción, revelación y uso sin autorización						
Máquina						
Tiempo	Frecuencia			Responsable	Tipo de Operación	Materiales
	Diario	Semanal	Mensual			
		X		Operador de Sopladora	Manual	Herramental para ajustes y sincronización de pinzas

1. Soltar los tornillos con la llave de 8 mm

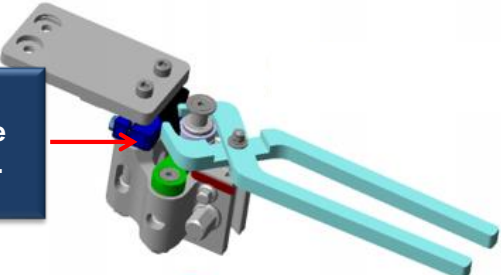
2. Sustituir las pinzas por la placa de ajuste

3. Insertar la chapa distanciadora de 0.5 mm

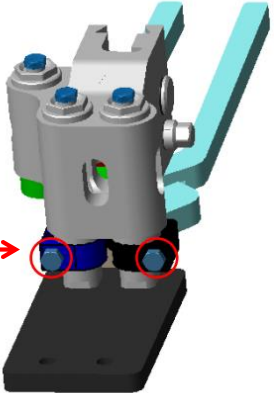
Technical drawing dimensions: 30, 20, 0.5

Máquina		Frecuencia			Responsable	Tipo de Operación	Materiales
Tiempo	Diario	Semanal	Mensual	Operador de Sopladora y llenadora	Manual	Herramiental para ajustes y sincronización de pinzas	
		X					

4. Ajustar el torque con la herramienta.



5. Apretar el tornillo con la llave de 8mm con una presión de 8 Nm



6. Volver a montar la pinza con la herramienta de tracción




Ilustración 45. Estándar para ajuste y sincronización de pinzas de sopladora horno y rueda de soplado.

Fuente Elaboración Propia

También se propone basado en una estrategia del departamento de mantenimiento para la revisión, calibración y verificación del estado de las pinzas de la máquina sopladora de línea 13, confeccionar un calibrador “pasa/ no pasa” para las pinzas utilizadas en línea 12, por lo tanto, se propone la compra de calibradores para revisar el estado de las pinzas antes de realizar los ajustes y sincronización en las máquinas y así evitar contratiempos y provocar daños en el sistema de rodamiento por los malos ajustes.

El calibrador consiste en elaborar un molde en acero inoxidable con las medidas y alineaciones exactas de cada tipo de pinza para verificar de forma rápida el estado de las pinzas evitando malos ajustes que ocasionan paros y daños en las máquinas sopladora y llenadora. (Ver imagen 45).



Ilustración 46. Diseño pasa / no pasa, para verificación de estado de pinzas.


Fuente: Departamento Mantenimiento, Planta Refrescos.


El costo para hacer molde de las pinzas de horno de la sopladora y los moldes de las pinzas de rueda de soplado para las dos presentaciones; envase “Gatorade” y envase “Tropical” es de ₡1 611 300, con esta propuesta se pretende disminuir en un 30% las fallas de la máquina sopladora ocasionadas por malos ajustes de pinzas, además de tener una herramienta de verificación para hacer el reporte oportuno de las pinzas deterioradas.

5.6 PROPUESTA # 5, CREACIÓN DE OPL PARA AJUSTE DE SENSOR

LECTOR DE ETIQUETAS.

Se creó un estándar de operación sobre el ajuste del sensor de registro de la etiquetadora (OPL), se realiza el instructivo con el operador de mayor experiencia, luego la capacitación a los demás operadores de etiquetadora de Línea 12.

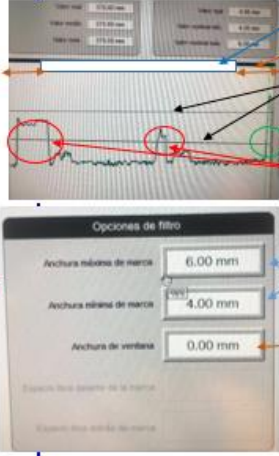
		Colocar el título LECCIÓN SOBRE UN PUNTO (OPL)			CODIGO: OP-DP-XXXX VERSIÓN: XXXX		
Nombre del Área, Siglas de Ubicación:		<input type="checkbox"/> Confidencial estratégico		<input type="checkbox"/> Uso restringido		<input checked="" type="checkbox"/> Interna	
Clarificación de la información:		<input type="checkbox"/> Pública		<input type="checkbox"/> Confidencial		<input type="checkbox"/> Pública	
Este documento es propiedad de Florida Ice & Farm Company S.A. Es prohibida su reproducción, revelación y su autorización.							
<input checked="" type="checkbox"/> Conocimiento básico		<input type="checkbox"/> Problema		<input type="checkbox"/> Mejora		N° OPL	
Título: Parametros de taco en etiqueta.				Hecho por: Stwarth Lauren Montero			
Grupo				Fecha: 26/2/2021			



Valor real: Este valor varia segun la posicion del Umbral por lo que si el umbral se encuentra alto ejm (72%) , el valor real disminuira. en caso contrario si el umbral se encuentra bajo ejem (38%), el valor real aumentara.

Valor nominal Max. Min.: Estos valores se establecen en la receta pero pueden variar segun el arte, tamaño, presentacion o color de la etiqueta. Por esto existe un margen de 1,5+ del tamaño del taco.

Ejem: si el taco fisicamente mide 6mm entonces el valor nominal minimo sera de 4mm y el maximo de 6mm ya que es la medida fisica del taco y se debe trabajar por debajo de este dato, como vemos en la imagen con un umbral de 68% el valor real del taco se mantiene entre 4,92mm -4,95mm respetando el maximo 6mm y el minimo 4mm.



- ventana (area de no lectura)
- ventana (area de lectura de marca)
- Linea de lectura de marca
- Marca correcta
- Marcas incorrectas
- Especificacion de anchura de marca en receta.
- Especificacion de ventana si es necesaria.

Ventana: En el caso que por temas de arte 2 o 3 marcas llegan a la linea de lectura perjudicando el reconocimiento dela marca real se debe colocar una ventana para omitir todas las lecturas que existan dentro de la linea de marca que no sean la del taco. Esta ventana se debe colocar despues de sacar el registro ya que de lo contrario no lo podra localizar este por estar bloqueada la linea de lectura.

Ilustración 47. OPL parámetros de taco etiqueta.

Fuente: Departamento producción.

En el año 2020, se generaron 37 paros pequeños por ajustes del sensor de etiquetadora, aunque no representa una cantidad de significativa en la merma de etiquetas, se presenta como oportunidad de mejora para capacitar al personal de etiquetadora y estandarizar los procedimientos.

OPL: es una herramienta para la transmisión de conocimiento que hace parte de los tres tesoros del mantenimiento autónomo, al incrementarse la generación de OPL se incrementa también las competencias de los operadores.

Para determinar el costo de la propuesta de la creación de la OPL sobre el ajuste del sensor del lector de etiquetas, se presentan las horas invertidas en el análisis de fallas presentadas en la máquina etiquetadora, se toma como base el salario promedio por hora de un ingeniero junior de ₡4 220 y se detallan las horas en la siguiente tabla.

Tabla 25. Tiempo y costo de análisis en fallas presentadas en máquina etiquetadora.

Tiempo de investigación en las fallas de etiquetadora y desarrollo de la propuesta creación "OPL ajuste de sensor lector de etiquetas."		
Etapas	Horas	Total
Recolección y análisis de los datos disponibles.	5	₡21 100
Entrevistas a operadores de etiquetadora.	6	₡25 320
TOTAL		₡46 420

Fuente: Elaboración propia.

5.6 PROPUESTA # 6, CAMBIO DE CORES DE LOS ROLLOS DE ETIQUETA.

Se le propone al proveedor de etiquetas cambiar el tipo de material de los cores de cartón por plásticos, el deterioro de los de cartón y el incumplimiento de la especificación hace que se pierdan etiquetas, según análisis de capítulo 4, esto representa la principal causa de merma en etiquetas.



Ilustración 48. Core plástico.

Fuente: Proveedor Flexográfica de exportación.

Los proveedores deben hacer la inversión inicial para adquirir cores plásticos, se les plantea la opción del nuevo requerimiento de un estándar en el grosor de los cores, además que sufren menor deterioro que los de cartón.

Para determinar el costo de la propuesta del cambio de material de los cores de las etiquetas, se presentan las horas invertidas en el análisis de investigación, se toma como base el salario promedio por hora de un ingeniero junior de ₡4 220 y se detallan las horas en la siguiente tabla.

Tabla 26. Tiempo y costo del análisis para desarrollar la propuesta de cambio de material de cores de etiquetas.

Tiempo invertido en la investigación y desarrollo de la propuesta "Cambio de Cores"		
Etapas	Horas	Total
Recolección y análisis de los datos disponibles (REGISTROS)	10	₡42 200
Entrevistas a operarios de etiquetadora.	4	₡16 880
Análisis de información.	3	₡12 660
Investigación de mercado sobre tipos de cores.	2	₡8 440
Reunión con proveedores de etiquetas.	2	₡8 440
TOTAL		₡88 620

Tabla 27. Cronograma de implementación de propuestas.

Actividades	Inicio	Final	Febrero		Marzo				Abril				Mayo			Junio			
			Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16	Semana 17	Semana 18	Semana 19	Semana 20	Semana 21	Semana 22	Semana 23	Semana 24
Creación y OPL para ajuste de registro (taco)	17/2/2021	28/7/2021																	
Implementación de LILA	1/4/2021	25/4/2021																	
Control de estándar Bitacora entrega d	2/4/2021	25/4/2021																	
Capacitación Técnica Módulo I	3/5/2021	9/5/2021																	
Capacitación Técnica Módulo II	7/6/2021	7/6/2021																	
Cambio de Cores pr parte del proveedor de Etiquetas	1/6/2021	14/6/2021																	
Confección de herramienta Pasa/ No pasa, inspección de pinzas	7/6/2021	21/6/2021																	

Fuente: Elaboración propia.

5.7 COSTO VRS BENEFICIO DE LA PROPUESTA

El costo total de todas las propuestas es de ₡7 555 820 millones de colones, como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 28. Costo de implementación de las propuestas.

Costo Implementación de las propuestas		
Propuesta		Costo de implementación
1	Capacitación	₡4 737 600
2	Estándar de Limpieza	₡1 055 000
3	Registro estándar de entrega de turno	₡16 880
4	Confección de Gause	₡1 611 300
5	OPL ajuste de sensor de etiquetadora	₡46 420
6	Cambio de Cores de Etiquetas	₡88 620
	Total	₡7 555 820

Con la implementación de la propuesta número 2, estándar de limpieza, inspección, lubricación y ajuste de las máquinas sopladora y llenadora en el mes de abril se obtuvo una disminución del 1.15% en el indicador de merma de empaque primario de línea 12 con respecto al promedio de merma del año 2020 (2.75%), realizando el cálculo del ahorro porcentual sobre los datos reales de merma del primer cuatrimestre del año 2021 se obtiene un equivalente en colones es de ₡7 820 313, de acuerdo a ese dato proporcionado por el departamento de Control de Operaciones se estima recuperar la inversión en 3 meses y con la implementación de las demás propuestas obtener mayores ganancias en el resto del año.

$$\text{Razón Beneficio / Costo} = 7820313 / 7\,555\,820 = 1.03$$

Dado que esta razón es mayor a 1 el proyecto se considera atractivo.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES.

De acuerdo con los planteamientos de la investigación y según los resultados obtenidos, se detallan las siguientes conclusiones:

Se logra analizar el proceso productivo y los resultados del indicador de material de empaque mediante el estudio de los datos del año 2020, donde se refleja que la merma en material de empaque primario genera la mayor pérdida económica en el proceso de elaboración de bebidas, principalmente en línea 12 donde se encuentran deficiencias en el sistema de capacitación, ya que, debido al alto porcentaje de automatización del proceso de envasado, se requiere de personal calificado y capacitado previamente a la operación de las máquinas.

A partir de la investigación se determina que las principales causas que originan la pérdida de material son las fallas presentadas en las principales máquinas de la línea de producción; llenadora y sopladora de botellas, por la falta de métodos y procedimientos de operación, deterioro de las máquinas causado por la ausencia de mantenimiento preventivo, falta de capacitación al personal técnico y operativo para realizar ajustes, preparar y configurar las máquinas, realizar reparaciones menores y actividades de control del proceso productivo.

Se evalúan oportunidades de mejora para reducir el consumo excesivo de los materiales provocado por las fallas presentadas en la maquinaria; capacitando al personal para que sea más eficiente y desarrolle un sentido de pertenencia con sus máquinas, además, de la creación de estándares de operación, limpieza, mantenimiento y control de las máquinas de la línea 12.

Se actualiza e implementa el procedimiento estándar de limpieza, inspección, lubricación y ajuste adecuado a las máquinas sopladora y llenadora de botellas de línea 12, para garantizar el buen estado de las máquinas, alargar la vida útil de los equipos, obtener un mejor rendimiento mediante una frecuencia de inspección y

lubricación adecuada, promoviendo el mantenimiento preventivo a través del cual, los operadores son capaces de identificar deterioros anormales en las máquinas y las causas de los paros en línea. Al reducir las fallas en las máquinas automáticamente se reduce la merma en materiales por el tipo de proceso; además se eliminan los riesgos de accidentes, incrementa la productividad y disminuyen los costos de producción.

Al conocer bien el proceso y funcionamiento de las máquinas se puede hacer el reporte oportuno al proveedor sobre el diseño de piezas o componentes que no son aptos para el proceso (garantía), como, por ejemplo: el desgaste que sufren las piezas debido a que los materiales de fabricación no resisten las altas temperaturas y la exposición a químicos utilizados en el proceso de esterilización del bloque aséptico (llenadora y sopladora de botellas).

Las evaluaciones económicas realizadas permiten afirmar que las propuestas de mejora planteadas son viables y rentables para la empresa, por lo tanto, al aplicarlas se podrán obtener mayores beneficios y mejor utilización de los recursos.

6.2 RECOMENDACIONES

Después de analizar la información recabada y teniendo en consideración los objetivos de la investigación, se presentan las siguientes recomendaciones para el proceso de envasado, línea 12, Planta Refrescos:

Actualmente, la recolección de datos es manual, los operadores clasifican y anotan los paros en un registro físico y luego, lo transcriben al archivo de "Excel", muchos espacios se encontraron en blanco o con una mala clasificación, por lo que, se pierde información valiosa para realizar el análisis de causa raíz, se recomienda implementar el sistema "Traksys", el cual, es una plataforma de gestión de operaciones de fabricación de última generación, para optimizar las operaciones utilizando datos y herramientas de producción en tiempo real, para tomar medidas

correctivas y preventivas; este sistema es computarizado y cada vez que se detiene una máquina, el operador sólo debe digitar la causa del paro.

Creación de procedimientos por parte de los operadores de la forma correcta para hacer los cambios de piezas y ajustes; para lograr que todos lo hagan igual y de la mejor manera, crear los SOP de cada operación aprendida en la capacitación impartida por los técnicos de “Krones” para asegurar la transferencia de conocimientos y garantizar la estandarización de los procedimientos.

Generar los reportes al fabricante de las piezas han sufrido un deterioro anormal por no ser aptas al proceso, ya sea, por diseño o tipo material de fabricación.

Luego de la capacitación, elaborar un programa de mantenimiento preventivo, es importante llevar un registro organizado de los mantenimientos realizados y de las fallas presentadas, para poder estimar la vida útil y el ciclo de mantenimiento requerido para cada máquina, además de tener una base datos con los repuestos disponibles.


Es indispensable crear estándares de ajuste y calibración de los equipos, con el fin de evitar fallas repetitivas en los mismos componentes, errores humanos y el deterioro progresivo en cada intervención; por lo que, se recomienda la asistencia del personal operativo y técnicos de mantenimiento al “overhaul” que realizará el personal técnico del fabricante “Krones.”

Bibliografía

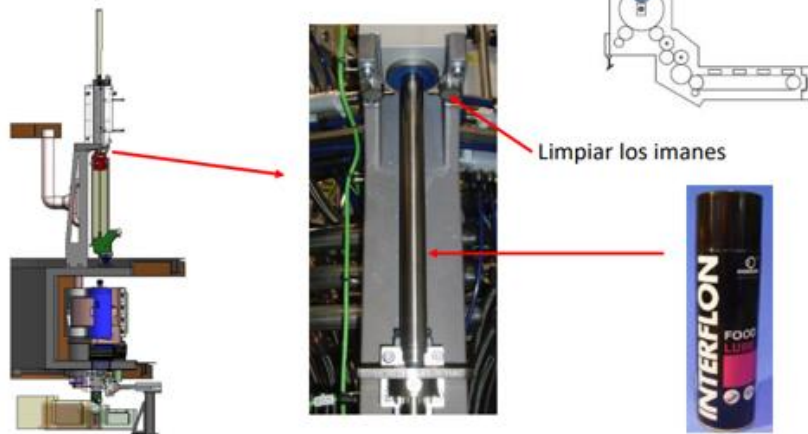
- Abraham García de León, 2016, Mesa editorial Merca2.0, Recuperado de: <https://www.merca20.com/diferencias-kpi-metricas/> el 03 de marzo de 2020.
- Andris Freivalds y Benjamin W. Niebel, 2014, INGENIERÍA INDUSTRIAL de Niebel, Métodos, estándares y diseño del trabajo, Decimotercera edición, The Pennsylvania State University, USA, Mc Graw Hill Education.
- Baca, G. (2014). Introducción a la ingeniería industrial. Grupo editorial patria.
- Gutiérrez Pulido Humberto, 2010. Calidad total y Productividad. México: Editorial Mc Graw Hill. 3er edición.
- Gutierrez, H, (2010). Calidad total y productividad. Tercera edición.
- Gonzáles, F. (2007). Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing). Principales Herramientas, Recuperado de: <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/raites/article/view/77>
- Salazar, B. (2019) Mantenimiento Productivo Total (TPM), Recuperado de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/mantenimiento-productivo-total-tpm/>
- López, I. G. (2007). Evaluación y mejora continua. Author House
- Masip, R. O. (2014). Mantenimiento Preventivo. Generalitat de Catalunya.
- Stincer, J. (2012). Introducción a la ingeniería industrial. Tlalnepantla: RED TERCER MILENIO.
- Wikipedia Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Lean_manufacturing

ANEXOS

Anexo 1: OPL Limpieza y lubricación de imanes del servostirado.

	Limpieza y lubricación de imanes del servostirado LECCIÓN SOBRE UN PUNTO (OPL)			CÓDIGO: OP-DP-XXXX VERSIÓN: XXXX		
	Nombre del Área, Siglas de Ubicación:			Página 1 de 1		
Clarificación de la información:				() Confidencial estratégica () Uso restringida (X) Interna () Pública		
Este documento es propiedad de Flaridaleo & Farm Company S.A. Es prohibida su reproducción, revelación y su uso sin autorización.						
<input checked="" type="checkbox"/>	Conocimiento básico	<input type="checkbox"/>	Problema	<input type="checkbox"/>	Mejora	N° OPL
Título: Limpieza de imanes del servostirado			Hecho por: Damián Castro/ Marianela Santos		Fecha:	
Grupo						

Servostirado / LinMot

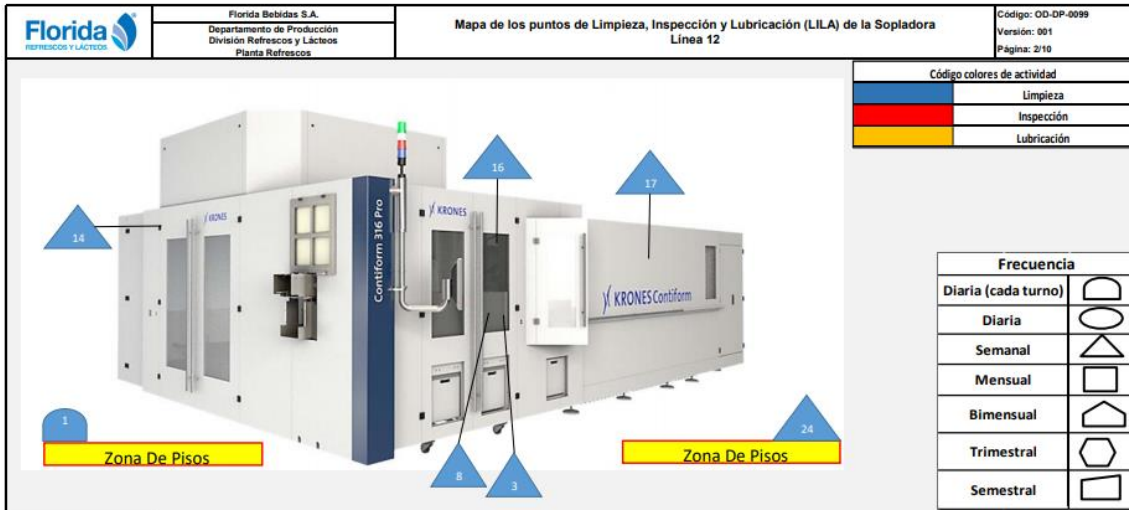


Limpiar semanalmente el rotor (varilla magnética) con un paño suave que no suelte pelusa, ligeramente humedecido con aceite. ¡No utilizar detergente ni similares!

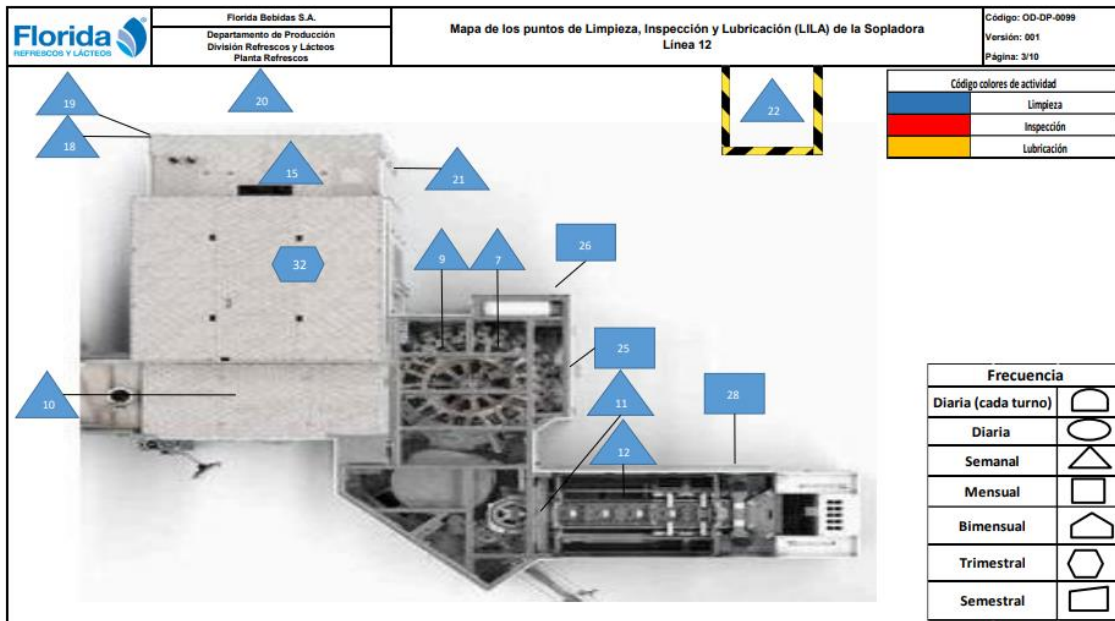
Anexo 2: SOP Limpieza de cabezal de pinzas de brazos de transferencia de la máquina Llenadora de línea 12.

		Limpieza de cabezal de pinzas de brazos de transferencia de la máquina Llenadora Línea 12			CÓDIGO: XX-XX-XXXX VERSIÓN: XXX	
<Nombre del Área, Siglas de Locación>					Página 1 de 3	
Clasificación de la información:		<input type="checkbox"/> Confidencial estratégica	<input type="checkbox"/> Uso restringido	<input checked="" type="checkbox"/> Interno	<input type="checkbox"/> Público	
Este documento es propiedad de Florida Ice & Farm Company S.A. Es prohibida su reproducción, revelación y uso sin autorización						
Máquina	Lenadora línea 12			Responsable	Tipo de Operación	Materiales
Tiempo	Frecuencia			Operador de llenadora	Manual	Herramental de sincronización de pinzas y alcohol 70%
	Diario	Semanal	Mensual			
			x			
1. Aflojar el tornillo de retención del cabezal de pinza.					Cabezal de pinza Tornillo de retención para el cabezal de pinza: 15 Nm	
2. Limpieza del herramental para ajuste de pinzas						
3. Limpieza del cabezal de pinza						

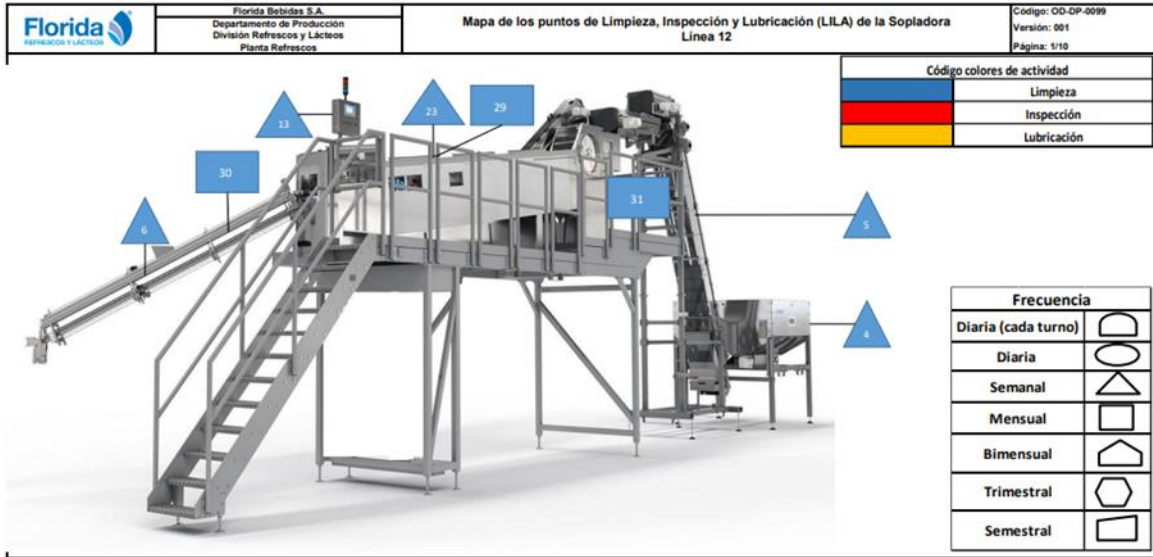
Anexo 3: Mapa de puntos de limpieza externa de máquina sopladora de botellas.



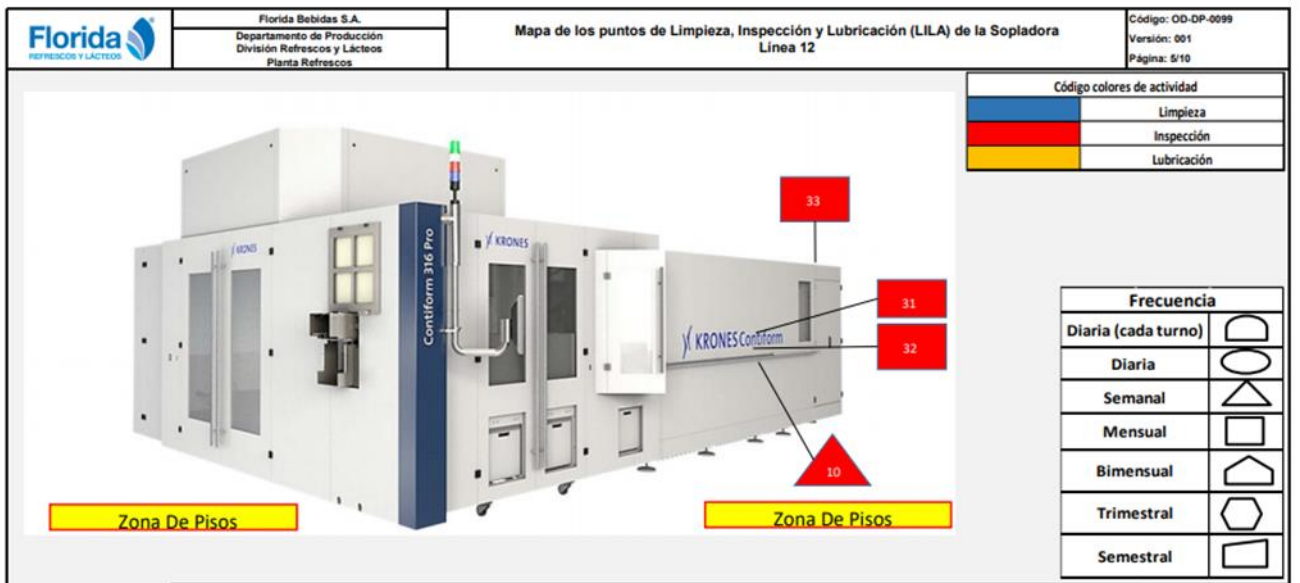
Anexo 4: Mapa de puntos de limpieza interna de máquina sopladora de botellas.



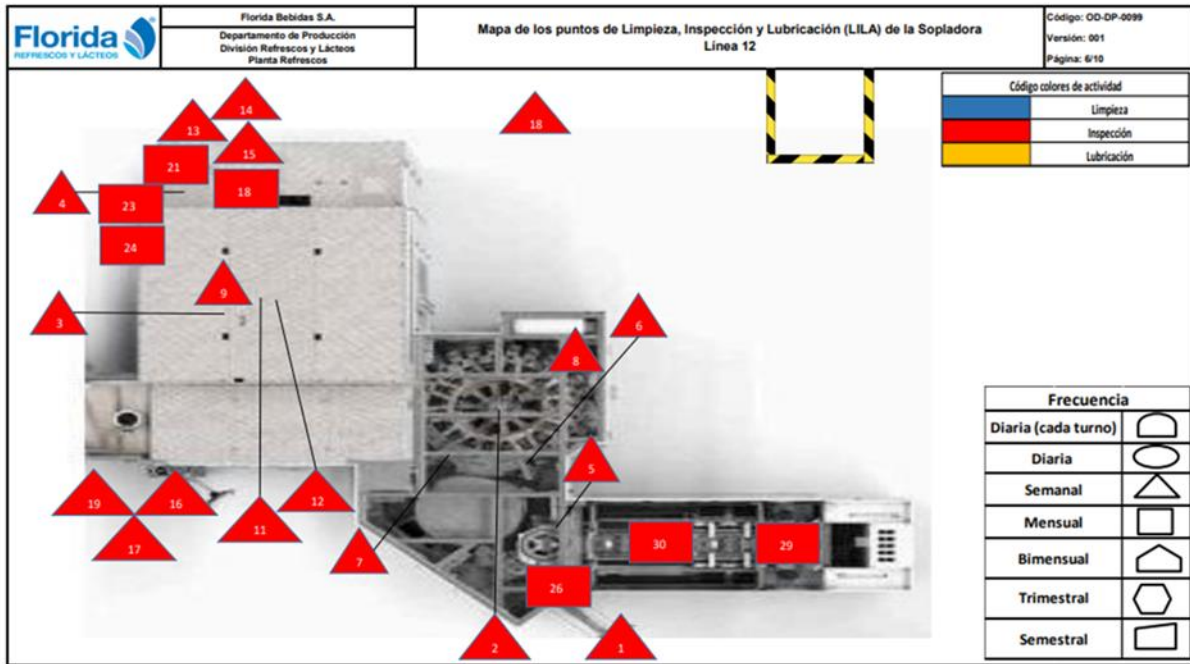
Anexo 5: Mapa de puntos de limpieza de máquina inspectora de preformas.



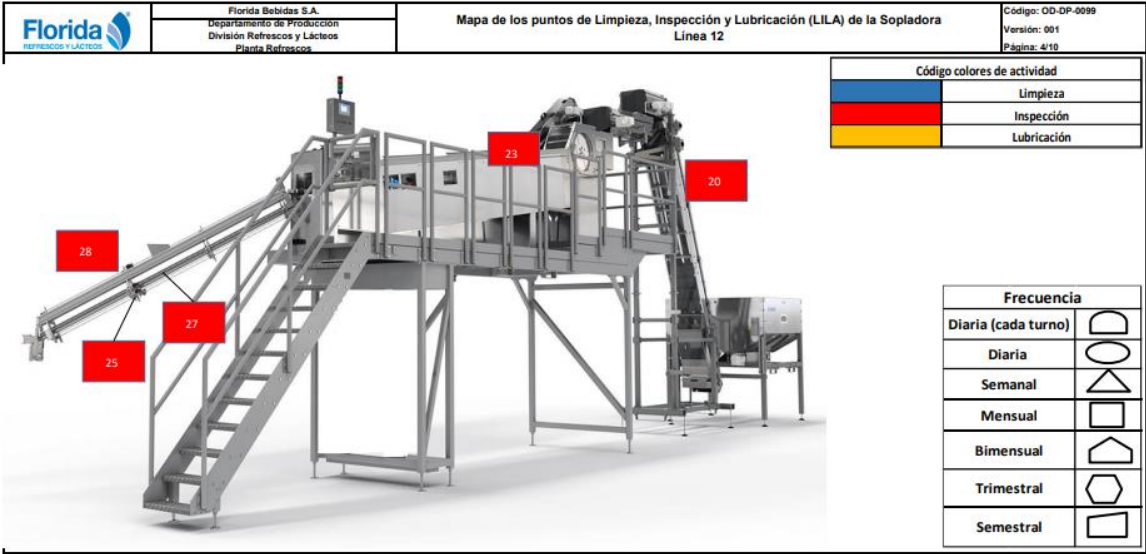
Anexo 6: Mapa de puntos de lubricación automática de máquina sopladora de botellas.



Anexo 7: Mapa de puntos de lubricación manual interna de máquina sopladora de botellas.



Anexo 8: Mapa de puntos de lubricación de inspectora de preformas.



Anexo 9: Registro de Limpieza, inspección y lubricación máquina Sopladora, pag1.

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

Heredia, 19 de Agosto 2021

Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Marianela Santos Artavia con número de identificación 111760407 autor (a) del trabajo de graduación titulado "Propuesta para la reducción de mermas de empaque primario del proceso productivo envasado de refrescos "Gatorade" 600 mililitros, "Tropical" y "Kerns" 3 Litros, en línea 12, Planta Refrescos" presentado y aprobado en el año 2021 como requisito para optar por el título de Bachillerato; si autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,



Marianela Santos Artavia.
Cédula: 111760407