

FACULTAD DE INGENIERÍA
DPTO. INGENIERÍA MECÁNICA

DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE FUNCIONABILIDAD DE LA
LÍNEA DE LLENADO DE LATAS DE LA FÁBRICA BUCANERO S.A.

Trabajo de Diploma

Autor: Lázaro Rider Perdomo López

Tutores: Esp. Lic. Julio César Ponce de León Guerra

Ing. Yúnior Tamayo López

HOLGUÍN

2019



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre por su apoyo incondicional, dedicación y consejos a lo largo de todos mis años como estudiante y a mi padre que ya no se encuentra físicamente conmigo, pero todos mis resultados en la vida son para él.

A mi esposa, mis hijos, a todos mis familiares y amigos que de una forma u otra han contribuido a la materialización de este trabajo y la culminación satisfactoria de mis estudios.



AGRADECIMIENTOS

Primera mente, a la Revolución cubana, por haberme dado la posibilidad de cursar mis estudios universitarios de forma gratuita.

A mis tutores, por sus conocimientos y apoyo dedicados a este trabajo.

A los profesores que de una forma u otra han contribuido con este trabajo.

A todos mis amigos por su apoyo en los momentos más difíciles de la carrera.

A todos, mi eterno agradecimiento.



Si tus necesidades son para un año siembra granos,

Si son para diez años planta árboles,

Si son para cien años forma hombres.

Proverbio Chino



RESUMEN

La Cervecería Bucanero S.A. es una fábrica cubana productora de cervezas. Cuenta con una línea de llenado de latas para la Cerveza Cristal, Bucanero, Cacique, Mayabe y Malta Bucanero. La línea se ha visto afectada por problemas mecánicos, automáticos, de instrumentación y operacionales que se han reflejado en retrasos en la fabricación de la bebida lo que conlleva a una pérdida económica para la fábrica y el país. Se aprecia que el tiempo de parada por fallos imprevistos es superior en 67,6 % y el dedicado al mantenimiento preventivo 432,88 horas. Ello evidencia que las acciones preventivas son insuficientes. El objetivo de la investigación es determinar los principales índices de funcionabilidad de la línea de llenado de latas. Se dispone de una base de datos sobre los fallos de la línea en el año 2018 (16 499 registros). Fundamentado en el análisis sistémico y el principio de Pareto, se determina el tiempo promedio para reparar las fallas, tiempo promedio entre fallas, los equipos que más fallan y los tipos de fallas. Estas variables permiten conocer como se ha desarrollado la explotación y el mantenimiento de estos dispositivos, además estos indicadores facilitan una correcta gestión de los recursos financieros y humanos destinados a la línea de envasado de latas.



ABSTRACT

The Inc. Brewery Bucanero is a factory productive Cuban of beers. Count on a line of filling of cans for Beer Cristal, Bucanero, Cacique, Mayabe and Malta Bucanero. The line has been affected by mechanical, automatic, instrumentation and operational problems that they have reflected in delays in the manufacture of drinking that provokes an economic losses for the factory and the country. It is perceived that the time of stop for unforeseen failures is superior in 67,6 % to the dedicated to the preventive maintenance 432,88 hours. It evidences that actions for provisional remedy are insufficient. The objective of investigation is to determine the principal index of functionality of the line of filling of cans. You get ready of a data base on the failures of the line in the year 2018 (16 499 records). Well-founded in the systemic analysis and Pareto's beginning, the average time to repair rifts, average time between faults, the equipment are determined that more fail and the types of faults. These variables allow knowing as you have developed the exploitation and the maintenance of these devices, besides these indicators make easy a correct step of the financial resources and humans destined to the line of bottled of cans.



ÍNDICE	P á g i n a s
INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL PROCESO DE DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE FUNCIONABILIDAD DE LA LÍNEA DE LLENADO DE LATAS DE LA FÁBRICA BUCANERO S.A15
1.1 Antecedentes históricos de las fábricas de cervezas	15
1.2 Proceso de elaboración de la cerveza	18
1.2.1 El envasado	20
1.3 Mantenimiento Técnico	21
1.3.1 ¿Qué es el mantenimiento?	22
1.3.2 Mantenimiento en Cuba	23
1.3.3 Objetivos del mantenimiento	24
1.4 Indicadores básicos de Gestión	25
1.4.1 Fiabilidad (Reliability)	25
1.4.2 Disponibilidad	27
1.4.2.1 Disponibilidad Técnica (Dt)	28
1.5 Indicadores de Desempeño	28
1.5.1 Tiempo medio entre dos fallos consecutivos (MTBF) o Tiempo Promedio entre Fallos (TMEF)	28
1.5.2 Media de los tiempos técnicos de reparación (MTTR) o Tiempo Promedio para Reparar (TPPR)	29
1.6 Análisis de las fallas	29
1.6.1 Clasificación	30
1.6.2 Patrones de Falla	31
1.6.3 Posible origen de las fallas	33
1.7 Procedimiento para analizar los problemas técnicos	34
1.7.1 Diagrama de Pareto	34
1.7.2 Diagrama Causa-Efecto de Ishikawa	37
1.7.3 Árbol de fallos	38
CAPÍTULO II: DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE LA FUNCIONABILIDAD EN LA LÍNEA DE LLENADO DE LATAS DE LA FÁBRICA BUCANERO S.A	40
2.2 Caracterización de la línea de llenado de latas de la fábrica Bucanero S.A	40
2.3 Análisis de los datos de explotación de la línea de llenado de latas de la fábrica Bucanero del año 2018	43



2.3.1 Aplicación del diagrama de Pareto	44
2.4 Identificación de los equipos y piezas críticas de la línea de latas de la fábrica Bucanero S.A	45
2.5 Cálculo de los índices de funcionabilidad de la línea.....	46
2.5.1 Análisis de los datos de trabajo del Paletizador.....	48
2.5.1.2 Proceso de trabajo del paletizador... ..	48
2.5.1.3 Determinación de los índices de funcionabilidad del Paletizador.....	49
2.6 Análisis de los datos de trabajo del Tres en Uno.....	53
2.6.1 Proceso de trabajo del Tres en Uno.....	53
2.6.2 Determinación de los índices de funcionabilidad del Tres en Uno.....	55
2.7 Análisis de los datos de trabajo del Depaletizador.....	59
2.7.1 Proceso de trabajo del Depaletizador.....	59
2.7.1.2 Determinación de los índices de funcionabilidad del Depaletizador.....	59
2.8 Análisis de los datos de trabajo de la Llenadora de Latas.....	62
2.8.1 Proceso de trabajo de la llenadora.	63
2.8.1.2 Determinación de los índices de funcionabilidad de la llenadora... ..	64
2.9 Análisis de los datos de trabajo de los Transportadores	67
2.9.1 Proceso de trabajo de los transportadores... ..	67
2.9.2 Determinación de los índices de funcionabilidad de los Transportadores...68	
3.1 Determinación de las medidas técnicas organizativas que aseguran las mejoras del proceso.....	71
3.1.2 Implicación económica de los fallos.....	71
3.2 Impacto ambiental.....	72
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES	75
BIBLIOGRAFÍA	76
ANEXOS	4



INTRODUCCIÓN

Durante 8 000 años, la cerveza ha sido una bebida embriagante, a la que se le confieren propiedades beneficiosas para la salud, se ha convertido en una lucrativa fuente de impuestos y en un negocio de alcance globalizador (Webb & Beaumont, 2006). Solo en los últimos años, debido a las guerras o la aprobación de leyes en su contra, experimentó un descenso de ventas, que en muchos casos provocó la pérdida de ciertas recetas especiales y diferentes a las que hoy se conocen. Pero se supo imponer y se ha convertido en una bebida para ser disfrutada y estudiada por derecho propio (Jackson, 2004).

La definición de cerveza suele variar de un lugar a otro aunque siempre tiene aspectos comunes, tales como, que es una bebida alcohólica no destilada de sabor amargo que se fabrica generalmente con granos de cebada u otros cereales (arroz, sorgo...), a partir de los cuales, se obtiene el mosto, cuyos azúcares junto con el aroma y amargor característicos del lúpulo serán fermentados por medio de la acción de unos microorganismos, que nos proporcionaran una "protocerveza" que según las condiciones posteriores de criado y curado caracterizaran el flavor (olor y sabor) de nuestra cerveza (Huxley, 2001).

Para el año 1958, Cuba poseía cinco fábricas de cerveza que producían cerca de 30 millones de litros anuales para una población aproximada de 6 millones de habitantes. Tres eran las marcas de aquel entonces que se disputaban el mercado por ser las más populares: Hatuey, Cristal y Polar. Poco a poco se fue desarrollando la industria cervecera en toda la isla y así también aparecieron otras firmas de cerveza como son la "Tinima" de Camagüey, "La Palma" de Ciego de Ávila, la Tropical de Granma, y la "Manacas" de Villa Clara. En la actualidad las cervezas que más abundan en el mercado cubano son la Cristal, Bucanero, Mayabe y Cacique. El 70 % de la cerveza que venden en Cuba se consume principalmente en La Habana y el conocido balneario de Varadero.

Cervecería Bucanero S.A. Es una fábrica cubana productora de cervezas. Construida en colaboración con la antigua República Democrática de Alemania. Ubicada en la ciudad de Holguín. Se ha modernizado continuamente siendo, la más automatizada en el país (Oramas, 2011).



Las cervezas Cristal y Bucanero son las más codiciadas en el mercado nacional e internacional. En este último la cerveza se comercializa con una imagen similar a la vista en Cuba, pero con nombres diferentes, en especial la cerveza Cristal y Bucanero que se comercializan como "Palma Cristal" y "Cubanero" y se pueden encontrar en el mercado Europeo, y en otros países de América (Oramas, 2011).

En el entorno económico actual de globalización, los cambios rápidos y la competitividad, hacen mucho más compleja el desarrollo de esta industria. Por lo cual, alcanzar una mayor eficiencia depende en gran medida de la consecución de los objetivos de las organizaciones que en el actúan. El desarrollo tecnológico como componente clave en el proceso de producción es vital para incrementar el valor del Producto Interno Bruto (PIB) que es una necesidad y una exigencia social.

A raíz de los cambios acontecidos en la economía cubana, dirigidos a promover e impulsar la inversión de capital extranjero en el país y ampliar las posibilidades en cuanto a formas y áreas de inversión entre otros factores, se promulgó la Ley 77/95, "Ley de la Inversión Extranjera" (ley 77/95). La empresa mixta, los contratos de asociación económica internacional y las empresas de capital totalmente extranjero, constituyen las formas más importantes de inversiones reguladas en la legislación cubana sobre inversiones extranjeras en el país.

En los lineamientos de la política económica y social del Partido Comunista de Cuba (2011), al referirse a la inversión extranjera se señala la necesidad de continuar propiciando la participación del capital extranjero. Esto constituye un incentivo al esfuerzo inversionista nacional, en aquellas actividades que son de interés del país, en correspondencia con las proyecciones de desarrollo económico y social a corto, mediano y largo plazos.

La atracción de la inversión extranjera ha de satisfacer diversos objetivos, tales como: el acceso a tecnologías de avanzada, métodos gerenciales, diversificación y ampliación de los mercados de exportación, sustitución de importaciones, aporte de financiamiento externo a mediano y largo plazos, además, del desarrollo de nuevas fuentes de empleo. Se instituye también; el promover, siempre que se justifique económicamente y resulte conveniente, el establecimiento de empresas y alianzas en el exterior, que propicien el mejor posicionamiento de los intereses de Cuba en los mercados externos.



Consecuente con lo anteriormente planteado, el principal consorcio cervecero a nivel internacional ABInBev agrupa más de 100 cervecerías en el mundo. A este consorcio pertenece la empresa mixta Cervecería Bucanero S.A. (CBSA), la cual cuenta con una alta tecnología destinada a la producción y comercialización de maltas y cervezas envasadas en botellas, latas y toneles.

En la estructura organizativa de la cervecería incluye desde el proceso de elaboración, la producción de productos envasado hasta el almacenamiento para su traslado posterior a las sucursales.

A pesar de esto diversos problemas técnicos se han presentado a lo largo del período de explotación, algunos han sido resueltos parcial o totalmente de manera operativa, pero otros persisten aún y afectan la eficiencia de la fábrica. El nivel de eficiencia del equipamiento del área de productos envasado pese al desarrollo tecnológico aún tiene brechas para responder a la necesidad del mercado, razón por la que el país realiza importaciones, las mismas podrían ser disminuidas en la medida en que se incremente a un 85 % el nivel de fiabilidad.

Durante el proceso de envasado en la línea de latas de la fábrica se registran deficiencias que afectan la eficiencia de la misma. En este sentido se destacan problemas mecánicos, operacionales, automáticos y de instrumentación, ellos son:

- Las latas se atascan en la tapadora y en la estrella de salida.
- Mal acomodo de las cajas en el Paletizador.
- En el Paletizador los rodillos de entrega atrasados.
- Las latas salen vacías de la Llenadora.
- Tornillos del compactador de camas partidos en el Paletizador.

Las deficiencias abordadas permiten determinar la **situación problemática** siguiente:

Durante el tiempo de trabajo de la línea de llenado de latas L501 de la fábrica Bucanero S.A, ocurrieron fallos que provocaron una disminución de su rendimiento.



Es por ello, que surge la necesidad de investigar el **problema de investigación** siguiente:

Se desconocen de la línea de llenado de latas L501 de la fábrica Bucanero S.A los principales índices de funcionabilidad de sus sistemas, piezas críticas y los principales fallos.

Se plantea que el **Objeto de estudio es:** la línea de llenado de latas L501 de la fábrica Bucanero S.A.

A partir de los elementos antes señalados permitieron definir el **objetivo** de esta investigación es:

Determinar de la línea de llenado de latas L501 de la fábrica Bucanero S.A los índices de la funcionabilidad de sus sistemas, piezas críticas y los principales fallos.

Campo de acción: la funcionabilidad de sus sistemas, piezas críticas y sus principales fallos en la línea de llenado de latas L501 de la fábrica Bucanero S.A.

Para dar solución al problema de investigación planteado se formula la siguiente **hipótesis** de investigación:

Si se analiza la base de datos de la línea de llenado de latas L501 de la fábrica Bucanero en el año 2018, entonces se podrá determinar los índices de la funcionabilidad de sus sistemas, piezas críticas y sus principales fallos.

De esta forma resulta necesario estructurar la planificación de las **Tareas** siguientes:

1. Fundamentar teóricamente los índices de funcionabilidad de la línea de llenado de latas de la fábrica Bucanero S.A.
2. Caracterizar la línea de latas de la fábrica Bucanero.
3. Calcular los principales índices de funcionabilidad en correspondencia por la Norma Cubana 92- 32.
4. Determinar las medidas técnicas organizativas que aseguran la mejora del proceso.



Métodos de investigación:

Em p í r i c o s :

Consulta de expertos: con el fin de obtener información sobre el principio de funcionamiento de las máquinas, cuáles son sus principales fallos entre otros.

Entrevistas: con el objetivo de obtener información sobre los principales problemas que afectan la funcionabilidad de la fábrica Bucanero S.A.

Teóricos:

Histórico-Lógico: Se empleó en el estudio de los antecedentes de investigación de los índices de funcionalidad de líneas de envasado de cerveza.

Análisis y síntesis: Este método resultó de gran ayuda para sistematizar la información ofrecida por el personal de la fábrica Bucanero S.A. Además, se utilizó en la revisión y consulta de la bibliografía especializada sobre el tema.

Análisis de sistemas: Se considera para establecer los elementos, componentes y estructuras de la línea de latas, sus relaciones, parámetros determinantes y jerarquías

Resultados esperados: Con el desarrollo de este trabajo se aspira conocer, los principales índices de funcionabilidad, sus sistemas, piezas críticas y sus principales fallos de la línea de latas de la fábrica Bucanero. Esto brinda la información correspondiente para definir acciones preventivas más efectivas, mejorar el mantenimiento, lograr la mayor disponibilidad de la línea y un ahorro considerable a la economía del país.



CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LOS ÍNDICES DE FUNCIONABILIDAD DE LA LÍNEA DE LLENADO DE LATAS DE LA FÁBRICA BUCANERO S.A.

En el capítulo se muestran los antecedentes históricos de la cerveza como producto terminado haciendo énfasis en su proceso de elaboración y el productivo. Se describen las esencias del mantenimiento técnico, sus objetivos y características, así como sus principales tendencias y estrategias. Finalmente se analizan los índices de fiabilidad y disponibilidad técnica como elementos indispensables para determinar la gestión de los procesos productivos.

1.1 Antecedentes históricos las fábricas de cerveza

Se define como “una bebida resultante de fermentar mediante levaduras seleccionadas, el mosto procedente de malta de cebada sólo o mezclado con otros productos amiláceos transformables en azúcares por digestión enzimática, cocción y aromatizado con flores de lúpulo” (Carvajal L.D. (2010) Elaboración de Cerveza Artesanal Utilizando (*Hordeum vulgare*) y yuca. Tesis previa a la obtención del Título de: Ingeniero Agroindustrial, Ibarra Ecuador)

La cerveza tal y como la conocemos hoy, nació hace unas pocas décadas, pero sus principios básicos y la base de lo que surgió se remonta a hace siglos. Por la estructura de los cultivos plantados por los habitantes de Mesopotamia se puede inferir, que quizás, ya se producía una especie de cerveza hacia el 9 000 a.C., aunque las pruebas directas más antiguas proceden de los restos cerámicos encontrados en la provincia de Hunan, en China, datados 2 000 años más tarde. Se han encontrado evidencias históricas de la cerveza en las antiguas civilizaciones de los elamitas, los egipcios y los sumerios.

Según la receta escrita más antigua encontrada, el Papiro de Zósimo de Panópolis (s. III a.C.), los egipcios elaboraban la cerveza a partir de panes de cebada poco cocidos que dejaban fermentar en agua, de cuya mezcla obtenían el zythum (Cerveceros, 2014).

El mayor problema que tenían los antiguos cerveceros era la conservación. El contacto con el aire convertía el alcohol en nauseabundos aldehídos y agrios ácidos orgánicos que llevaban a la cerveza a ser desechada a los pocos días de haberse producido (Vogel, 2003).



Los cerveceros intentaban retardar este proceso utilizando mezclas de hierbas denominadas 'grut' cuyas propiedades antioxidantes hacían más longeva la vida de las cervezas por aquel entonces. La posibilidad de conservación de la cerveza se debe no tanto a la invención de las neveras eléctricas, sino al empleo de conservantes muchos de los cuales se descubrió que incorporaba el propio lúpulo. Además, la posibilidad de elaborar a gran escala y conservarla en envases herméticamente cerrados (Vogel, 2003).

La primera cervecería del continente americano fue construida en 1544, cerca de Ciudad de México. Las pequeñas cervecerías del este, producían cerveza "Ales" fuertes siguiendo las costumbres de los ingleses, eran consumidas en la proximidad de la fábrica.

No se puede hablar de una verdadera industria cervecera hasta el siglo XIX, cuando empiezan a aparecer pequeñas y medianas empresas. La revolución industrial permitió elaborar cerveza en cantidades aún mayores, y la era del vapor, a su vez hizo posible el transporte rápido por tierra y mar, lo que facilitó que la misma cerveza estuviera disponible incluso en ultramar (Sabrosia, 2016).

La cerveza enlatada comienza en 1933 en Estados Unidos, tras la abolición de la ley seca, donde el empleo de barriles de madera para la cerveza entra en franca decadencia, con lo que se empiezan a buscar alternativas tanto de conservación como de venta, baratas y agradables para el consumidor (Eufic, 2016).

La elaboración de cerveza creció al mismo ritmo que lo hicieron las carreteras, los canales y los ferrocarriles. Esta afirmación se refiere a que las grandes fábricas elaboradoras de cerveza eran capaces de sostener un mercado nacional e internacional en expansión, ejemplo de ello son las marcas como; India Palé Ale, Russian Stout, y Export.

Las fábricas de cerveza que mayor éxito tuvieron fueron aquellas que contaban con un abastecimiento de agua natural adecuado al tipo de cervezas que estaban elaborando. Así, Pilsen dio su nombre a las lagers pálidas europeas como Pils o Pilsner. Hoy, sin embargo, cualquier agua puede modificarse de manera que reproduzca la de Burton-on-Trent o Pilsen.

Las grandes industrias cerveceras tienen en la actualidad otros problemas relacionados con el agua especialmente si es o no adecuada para los generadores de vapor y los



sistemas de lavado automático, y si es o no posible tener grandes volúmenes de efluentes de la industria a los desagües públicos.

El descubrimiento de las máquinas de vapor permitió aumentar mucho el tamaño de los equipos de las fábricas de cerveza que originalmente utilizaban la fuerza humana o la hidráulica para mover sus máquinas. El problema capital de las fábricas era la necesidad de operar a bajas temperaturas en ciertas etapas del malteado y la elaboración de cerveza. Por eso, las campañas de malteado y elaboración de cerveza se limitaban en los países de clima templado al otoño, el invierno y la primavera y tanto las malterías como las industrias cerveceras eran impropias de los climas tropicales.

Al comienzo del siglo XX se dispuso de equipos de refrigeración basados en la compresión de amoníaco, lo que permitió que el malteado y la elaboración de cerveza pudieran llevarse a cabo durante todo el año, tanto en los países y regiones de clima templado como en los tropicales (El mundo de la cerveza, 2004).

1.2 Proceso de elaboración de la cerveza

Moreno & Tintó () al analizar el proceso de elaboración de la cerveza señaló que el mismo consta de una serie de pasos (ver figura 1.1), que en general no deben variar, pero sus variaciones, en esencia aportaran los diferentes matices de la cerveza, tales como:

1. Germinación.

Proceso por el que se incita al grano a germinar lo cual supone la preparación de las enzimas necesarias en los posteriores procesos.

2. Secado y tostado

Proceso por el que se elimina toda el agua posible si se desea almacenar y que además sirve para dotar al grano de ciertas propiedades organolépticas que distinguirán la cerveza final.

3. Molienda.

Proceso que facilita el acceso de las enzimas a las reservas de glúcidos contenidas en el interior de los granos.



4. Maceración.

Proceso por el cual las enzimas promovidas por la temperatura y el p.H del agua hidrolizan el almidón de los granos.

5. Cocción.

Proceso por el cual se añade el característico sabor amargo de la cerveza además de asegurar un medio aséptico donde solo se encuentre la levadura que posteriormente se inoculará.

6. Fermentación.

Proceso por el cual la levadura convierte los glúcidos primarios en etanol y dióxido de carbono.

7. Terminación

Es el conjunto de procesos llevados a cabo tras la fermentación con el fin de caracterizar a la cerveza, entre los que se destacan la filtración, la carbonatación o el afinamiento del sabor.



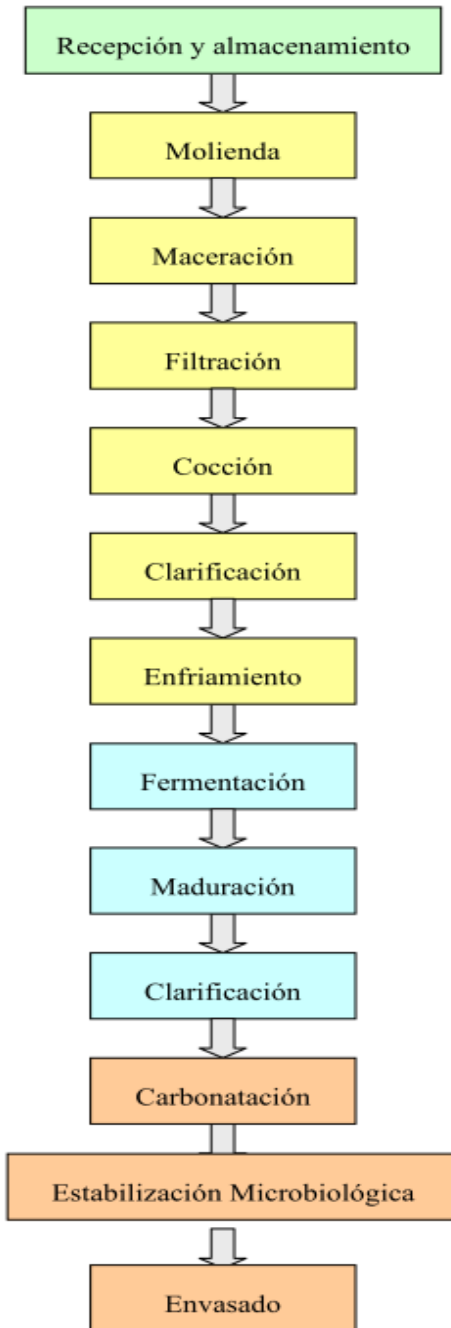


Figura 1.1 Diagrama general del proceso productivo. Fuente (Moreno & Tintó)



1.2.1 El envasado

El envasado es una parte integrante del proceso de elaboración de la cerveza que tiene, entre otros, dos grandes objetivos (Cerveceros de España, 2009):

- Presentar el producto.
- Proteger adecuadamente al producto para que se conserve durante un período determinado.

En el proceso de envasado se realizan todas las operaciones necesarias para poner el producto (cerveza) en el mercado en las condiciones de calidad establecida por la empresa.

Una línea de envasado es un conjunto de máquinas, equipos e instrumentos necesarios para realizar las operaciones propias del proceso. El éxito de una línea de envasado depende de la coordinación de los diferentes elementos que confluyen en el proceso (Cerveceros de España, 2009)

- Las instalaciones (máquinas y equipos) y su distribución en planta.
- El producto a envasar (cerveza).
- Los materiales auxiliares (envases, elementos de cierre, etiquetas, cajas, etc.)
- Equipo humano.

El envasado puede ser en botellas, retornables o de un solo uso, en latas o en barriles. Las líneas de envasado son distintas según el tipo de envase. En el caso de la línea de envasado de latas, la línea está compuesta por diferentes equipos que permiten entregar el producto con la calidad requerida, las máquinas que conforman la línea son: depaletizador, *vacuum transfer*, *rincer* iónico, la llenadora, el pasteurizador, la empacadora, el paletizador y la envolvedora.



1.3 Mantenimiento Técnico.

Con la construcción de las máquinas y su introducción para multiplicar la limitada labor manual, aparece la tarea de mantenerlas, las cuales consistían en: operaciones de lavado, engrase, ajustes y reparaciones de mecanismos para mantenerlos funcionando.

La Revolución Industrial, acontecida en Inglaterra durante los siglos XVII y XVIII, dio cimiento conceptual al mantenimiento empresarial, cuya dinámica se establece en una línea empírica y simplista, ya que solamente se ejecutaban acciones de corrección inmediata; todo ello debido a la simplicidad estructural y funcional de los equipos, aunado igualmente a que la situación económica del momento no exigía ser especialmente competitivos (De la Paz & M., 2003).

Según (Sotuyo Blanco (2000) el mantenimiento se encuadra en tres generaciones:

La Primera Generación cubre el período hasta el final de la segunda guerra mundial, en ésta época las industrias tenían pocas máquinas, eran muy simples, fáciles de reparar y normalmente muy sobredimensionadas. Los volúmenes de producción eran bajos, por lo que los tiempos de parada no eran importantes, y la prevención tampoco lo era, por lo tanto, la estrategia básica del mantenimiento era la de trabajar a la rotura.

La Segunda Generación trajo consigo los cambios aparecidos con la guerra. La industria incorporó maquinaria más compleja y con mayor volumen de producción, esto provocó una mayor preocupación por las fallas y las paradas, lo que trajo consigo el concepto del mantenimiento preventivo, o sea las revisiones a intervalos fijos. También en éste período los costos comenzaron a aumentar lo que motivó la aparición de los sistemas de planificación y control del mantenimiento, éstos permitieron poner al mantenimiento bajo control y es donde se inicia el camino de ascenso gerencial de la función mantenimiento.

La Tercera Generación se inicia a mediados de la década del setenta donde los cambios, a raíz del avance tecnológico y de nuevas investigaciones, se aceleran. Estos cambios se presentan en los tres grandes grupos siguientes:

Nuevas expectativas: Se le ha dado una mayor importancia a la fiabilidad y la disponibilidad de las plantas, considerando de gran importancia los tiempos de parada debido a la relación directa que tienen con la pérdida de producción. También la incidencia de los equipos en la calidad de los productos y servicios, así como en aspectos de



seguridad y medio ambiente; unidos al significativo aumento de los costos de mantenimiento, transformando al mantenimiento en una de las prioridades en lo que a control de costos se refiere.

Nuevas técnicas: Ha habido en los últimos tiempos un aumento explosivo en nuevas técnicas y conceptos en mantenimiento, apareciendo técnicas de gestión y evaluación de riesgos, análisis de modos y efectos de falla (FM EA), sistemas expertos, técnicas de monitoreo de la condición y análisis predictivo, entre muchas otras. Esto ha traído nuevos desafíos al personal de mantenimiento pues no solo debe aprender éstas nuevas técnicas sino al mismo tiempo debe saber elegir cuales son las apropiadas para su realidad.

Con la difusión de las computadoras, el desarrollo de la electrónica y la sofisticación de los equipos de protección y medición, se comenzaron a desarrollar criterios de predicción o prevención de fallas. Esto trajo consigo nuevos métodos de planificación y control de mantenimiento automatizados.

La tendencia más moderna y con mayores perspectivas en el mantenimiento es la aplicación de las filosofías de mantenimiento Mantenimiento Productivo Total (T.P.M). y Mantenimiento centrado en la Fiabilidad (R.C.M). y la aplicación de sistemas alternos de mantenimiento hasta el nivel de máquina según su categoría.

1.3.1 ¿Qué es el mantenimiento?

El mantenimiento es uno de los factores indispensables para el buen funcionamiento y desarrollo de las instalaciones industriales (Lourival Tavares, 1999). Se puede definir como el conjunto de técnicas y sistema que actuando sobre los medios de producción permiten:

- Reparar las averías que se presentan.
- Prever las averías mediante revisiones y otras técnicas más complejas como, por ejemplo; técnicas estadísticas, seguimiento y diagnóstico de máquinas.
- Especificar las normas de manipulación y buen funcionamiento de los operadores de las máquinas.
- Perfeccionar diseños sucesivos de los medios.

Particularizando la definición de mantenimiento de Kamenitzer, (1985) lo define como la



limpieza y lubricación de los equipos; al respecto Encinas (2000) reduce su concepto a lograr que las máquinas no solo trabajen, sino que lo hagan con eficiencia, confiablemente y con calidad; en este sentido Tavares (1994) lo enuncia como la actividad encaminada a incrementar la disponibilidad de los equipos; en el caso de Dounce, (1998) refiere que mantenimiento es una de las dos grandes ramas en que se divide la conservación y se encarga de cuidar el servicio que proporcionan los recursos físicos por último, Sotuyo Blanco, (2000) plantea que es una función empresarial por medio de cuyas actividades de control, reparación y revisión, permite garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de las instalaciones.

Una definición general de mantenimiento planteada por, de la Paz & M., (2003) es la siguiente:

Mantenimiento es la totalidad de las acciones técnicas, organizativas y económicas encaminadas a conservar o restablecer el buen estado de los activos fijos, a partir de la observancia y reducción de su desgaste y con el fin de alargar su vida útil, para lograr una mayor disponibilidad y cumplir con calidad y eficiencia su función productiva y/o de servicio, conservando el medio ambiente y la seguridad del personal.

Del análisis de estas definiciones el autor entiende al mantenimiento como un proceso dentro de la empresa que se ocupa de mantener la función principal de un sistema, a partir de la observación y la reducción del desgaste, para lograr una mayor disponibilidad, conservando el medio ambiente y la seguridad del operador.

1.3.2 Mantenimiento en Cuba

En correspondencia con los objetivos planteados en la resolución económica del VI Congreso y como expresara el Primer Secretario del Comité Central, General de Ejército Raúl Castro Ruz en el informe central en el 7^{mo} congreso del partido comunista de Cuba; La economía nacional sigue siendo una asignatura pendiente; se trabaja en el fortalecimiento institucional y se ha hecho énfasis en el concepto del plan, lo que demanda para consolidar el fortalecimiento de la industria, establecer la Política de Mantenimiento Industrial, que tiene como objetivo optimizar el mantenimiento para lograr una eficiente explotación del equipamiento.



Como respaldo de esta política se requiere implantar un Sistema de Gestión del Mantenimiento, que tendrá como objetivo principal establecer los principios básicos y responsabilidades en materia de organización y dirección del mantenimiento para la industria nacional, así como, para los talleres de prestación de servicios (Ministerio de Industrias, 2016).

1.3.3 Objetivos del mantenimiento

Los objetivos del mantenimiento están vinculados a la estrategia general de la instalación y la política de mantenimiento implantada. La definición de los objetivos del mantenimiento en la industria es tratada por diferentes autores (Pérez Jamarillo, 1999), (Portuondo Pichardo, 1995), (De la Paz & M., 2003), (Rey Sacristán, 1996), (Sotuyo Blanco C., 2002) y de manera general se consideran los siguientes:

- Mejorar la disponibilidad de las instalaciones.
- Mejorar la fiabilidad y la calidad del servicio.
- Incrementar la productividad de los recursos.
- Reducir los costos de mantenimiento.
- Aumentar la vida útil económica de los equipos.
- Garantizar la seguridad del personal y de las instalaciones.

Según el sistema de gestión de mantenimiento industrial del Ministerio de Industrias emitido el 20 de mayo del 2016, el sistema de gestión de mantenimiento industrial tiene como objetivo organizar la actividad de manera tal, que garantice que en todos los Órganos de la Administración Central del Estado (OACE), Organización Superior de Dirección Empresarial (OSDE) y entidades de la Industria cubana se aplique un sistema dirigido a optimizar el mantenimiento, a través del establecimiento de una disciplina de trabajo, que permita mejorar los procesos, alargar la vida útil del equipamiento, minimizar las fallas, disminuir los tiempos de reparación, aumentar la seguridad y operación de los equipos, y sobre todo una reducción significativa de los costos de producción, aumentando la disponibilidad de los equipos hasta el nivel preciso asegurando el cumplimiento del plan.



Desarrollar la ingeniería en la actividad de mantenimiento y lograr una gestión competitiva a través de la asimilación de nuevas tecnologías eficientes, mediante una mayor disciplina tecnológica, cumplimentando con las normas y calidad establecidas.

Realizar la organización y el control de la preparación y ejecución de las paradas y reparaciones programadas, logrando la máxima calidad y eficiencia en la ejecución de los trabajos.

Integrar el personal de mantenimiento a los procesos inversionistas, desde su etapa inicial y, dirigir de forma adecuada, los esfuerzos de mantenimiento a los trabajos tendientes a la protección del medio ambiente, preservación y conservación de los efectos de la corrosión en las instalaciones y equipos, así como vincularlo al ahorro de portadores energéticos, lubricantes, agua y aplicación de energías renovables.

Consolidar la actividad de sustitución y /o reducción de las importaciones mediante nuevos desarrollos y el incremento de las producciones nacionales, garantizando la rehabilitación y modernización de la base mecánica, apoyada en la política para el reordenamiento y uso eficiente de las maquinas herramientas y equipos en la economía nacional.

El completamiento y elevación del nivel de competencia del capital humano vinculado a la gestión del mantenimiento, elevando los niveles de jerarquización de los cuadros de dirección, la atención de los mismos, así como a su reserva, técnicos y al resto del personal, garantizando su estabilidad, desarrollo, y actualización técnica y de dirección.

1.4 Indicadores básicos de Gestión

El trabajo de planificación, programación y ejecución, no se puede llevar adelante de forma correcta si no se realiza un análisis y evaluación de los resultados obtenidos a partir de los registros y controles establecidos y efectuados sistemáticamente. Evaluar es la acción que permite comprobar la eficacia y resultados del control. Se establecerá el análisis y evaluación de la actividad de mantenimiento según los indicadores básicos de gestión que se ajusten a cada entidad, actividad y proceso.

1.4.1 Fiabilidad (*Reliability*)

Capacidad de un elemento de desarrollar una función requerida bajo unas condiciones dadas durante un intervalo de tiempo determinado (UNE-EN 133006, 2002).



La fiabilidad se define como la probabilidad, durante un periodo de tiempo especificado, de que el equipo en cuestión pueda realizar su función o su actividad en las condiciones de utilización, o sin avería. La fiabilidad se suele representar con la letra R (de la palabra inglesa reliability) y también como "calidad" en el tiempo. Una medida de la fiabilidad es el MTBF (Mean Time Between Failures) o, en castellano, TMEF: Tiempo Medio Entre Fallos (González Fernández, S/F).

La fiabilidad de un dispositivo (componente o sistema), sometido a unas condiciones de trabajo concretas, es la probabilidad de que éste funcione correctamente ("sobreviva" sin fallar) durante un determinado período de tiempo. Así pues, la fiabilidad constituye un aspecto fundamental de la calidad de todo dispositivo. Por tal motivo, resulta especialmente interesante la cuantificación de dicha fiabilidad, de forma que sea posible hacer estimaciones sobre la vida útil del producto (García Martín, 2002).

La fiabilidad es una probabilidad. La especificación de un tiempo dado y de unas condiciones de empleo no basta para conocer con antelación de forma determinística la vida de buen funcionamiento de un dispositivo. Ocurre que el dispositivo nunca nos es totalmente conocido; hasta los productos fabricados con máximas garantías en cuanto a materiales, procesos y control de calidad exhiben cierta variación en su capacidad de supervivencia. Aun suponiendo que las condiciones de funcionamiento fueran rigurosamente idénticas, los tiempos de funcionamiento satisfactorio de los dispositivos de un mismo lote de fabricación presentarán una apreciable dispersión (Redondo Expósito, 2007).

¿Qué problemas resuelve la teoría de la fiabilidad?

La fiabilidad en las instalaciones es sin dudas uno de los principales indicadores de mantenimiento. Según (Ascher, F 1984) la fiabilidad puede determinar diversos aspectos:

- El pronóstico de los fallos de los artículos.
- La determinación del recurso y/o el plazo de los artículos.
- El tiempo de vida útil del artículo.
- Determinación y ajuste de las periodicidades entre mantenimiento y diagnóstico.
- La planificación de las necesidades de piezas de repuesto.



- Determinación de período de garantía de fabricación y/o reparación de artículos.
- Para planificar los gastos laborales (mano de obra, materiales, etc.) y la estadía en los talleres.

Para calcular la fiabilidad, es necesario obtener el tiempo disponible, como resta entre el tiempo total y el tiempo por mantenimiento no programado. Una vez obtenido se divide el resultado entre el tiempo total del periodo considerado (García, 2016).

$$Fiabilidad = \frac{Horas\ Totales - Horas\ paradas\ por\ mantenimiento\ no\ programado}{Horas\ Totales}$$

(1.1)

1.4.2 Disponibilidad

Capacidad de un elemento de encontrarse en un estado para desarrollar una función requerida bajo condiciones determinadas en un instante dado o bien durante un intervalo de tiempo determinado, asumiendo que se proveen los recursos externos requeridos (UNE-EN 133006, 2002).

La disponibilidad es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado (Ministerio de Industrias, 2016).

La disponibilidad es la probabilidad, en el tiempo, de asegurar un servicio requerido. Hay autores que definen la disponibilidad como el porcentaje de equipos o sistemas útiles en un determinado momento, frente al parque total de equipos o sistemas. No obstante, hay que analizar la disponibilidad teniendo en cuenta o no el mantenimiento preventivo o, mejor dicho, las paralizaciones ocasionadas por dicho mantenimiento preventivo (González Fernández, S/F).

Se obtiene la disponibilidad (D) como el porcentaje de equipos o sistemas útiles en un determinado momento, frente al parque total de equipos o sistemas.

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

(1.2)

Dónde:



MTBF= Media de los tiempos de buen funcionamiento

MTTR= Media de los tiempos técnicos de reparación

1.4.2.1 Disponibilidad Técnica (Dt)

Es el indicador básico para medir la eficiencia de la gestión de mantenimiento (constituye una herramienta muy eficaz del servicio de mantenimiento).

La disponibilidad técnica debe calcularse básicamente, para los equipos que son fundamentales, aunque esto debe decidirse atendiendo a las peculiaridades de cada lugar; también se debe calcular esta disponibilidad, por áreas de proceso, talleres y para toda la planta, con una frecuencia mensual, con el fin de conocer el comportamiento de la instalación en su conjunto (Ministerio de Industrias, 2016).

Se calcula:

$$Dt = \frac{tep}{tep + tpm} \cdot 100$$

(1.3)

Dónde:

tep = Tiempo efectivo de operación

tpm = Tiempo de parada de mantenimiento

El término tep, es el tiempo real que estuvo trabajando el equipo (o la instalación) durante la etapa que se analiza (día, semana, mes, etc.), mientras que tpm, es el tiempo de paro debido a intervenciones de mantenimiento (inspección, lubricación, ajuste, limpieza y reparaciones de cualquier tipo ya sean planificadas o imprevistas) y comienza a contarse a partir del momento en que se produce el paro, hasta el momento de entrega del equipo a producción para su explotación (Ministerio de Industrias, 2016).

1.5 Indicadores de desempeño

1.5.1 Tiempo medio entre dos fallos consecutivos (MTBF) o Tiempo Promedio entre Fallos (TM EF)

Se utiliza para los equipos que son reparables.



El Tiempo Promedio Entre Fallos indica el intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de un fallo; es decir, es el tiempo medio transcurrido hasta la llegada del evento "fallo". Mientras mayor sea su valor, mayor es la confiabilidad del componente o equipo (Ministerio de Industrias, 2016).

$$MTBF = \frac{\text{Nro. de horas totales del periodo de tiempo analizado}}{\text{Nro. de averías}}$$

(1.4)

1.5.2 Media de los tiempos técnicos de reparación (MTTR) o Tiempo Promedio para Reparar (TPPR)

Es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Este indicador mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un período de tiempo determinado. El Tiempo Promedio para Reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad, es decir, a la ejecución del mantenimiento.

La mantenibilidad, definida como la probabilidad de devolver el equipo a condiciones operativas en un cierto tiempo utilizando procedimientos prescritos, es una función del diseño del equipo (factores tales como accesibilidad, modularidad, estandarización y facilidades de diagnóstico, facilitan enormemente el mantenimiento). Para un diseño dado, si las reparaciones se realizan con personal calificado y con herramientas, documentación y procedimientos prescritos, el tiempo de reparación depende de la naturaleza del fallo y de las mencionadas características de diseño (Ministerio de Industrias, 2016).

$$MTTR = \frac{\text{Nro. de horas de paro por averías}}{\text{Nro. de averías}}$$

(1.5)

1.6 Análisis de las fallas

Toda instalación destinada a producir un bien o un servicio es propensa a que aparezcan con el paso del tiempo diversos tipos de fallas (ver figura 1.2), las cuales deben ser mantenida en condiciones que le permitan seguir en funcionamiento, logrando un producto de determinada calidad, y a un costo lo más bajo posible. Quien se dedique al mantenimiento de cualquier tipo de instalación debe ofrecer la reparación de los desperfectos que surjan y las modificaciones necesarias para que estos no aparezcan



(Moncayo Calderón, 2004).

No se puede conformar con detectar una falla y repararla, lo importante es descubrir el origen del desperfecto y prever que no se repita en el futuro. Es una tarea de aprendizaje, utilizando la experiencia propia y ajena, que va permitiendo predecir cualquier inconveniente en la producción.

MÁQUINA	PARADAS PLANIFICADAS	MANO DE OBRA
	CAMBIOS Y AJUSTES	
	ARRANQUE Y PARADA	PÉRDIDAS DE GESTIÓN
	AVERÍAS	MOVILIZACIÓN Y DESPLAZAMIENTOS
	PEQUEÑAS PARADAS (MICROPAROS)	ORGANIZACIÓN DE LÍNEAS
	PÉRDIDAS DE VELOCIDAD	PÉRDIDAS DE LOGÍSTICA
	DEFECTOS Y RETRABAJO	MEDICIÓN DE LÍNEAS
MATERIAL	ÚTILES Y HERRAMIENTAS	ENERGÍA
	MERMAS DE MATERIAL	
	MERMAS DE PRODUCTO	PERDIDAS DE ENERGÍA

Figura 1.2 Resumen de pérdidas principales de una fábrica. Fuente (Moncayo Calderón, 2004)

1.6.1 Clasificación de las fallas

Los distintos aspectos que una actividad productiva implica, permiten clasificar las fallas de la siguiente manera (Moncayo Calderón, 2004):

1. Fallas que afectan a la producción.
2. Fallas que afectan a la calidad del producto.
3. Fallas que comprometen la seguridad de las personas.
4. Fallas que degradan el ambiente.

Las dos primeras afectan directamente al producto sea en su cantidad y/o calidad, las otras dos afectan al entorno.

En la realidad se producen fallas que combinan algunos de los casos de ésta primera clasificación, y también se pueden hacer muchas otras clasificaciones si tomamos diferentes conceptos como parámetro.



1.6.2 Patrones de Falla

Según (Gómez, 2003) las fallas ocurren de muchas formas diferentes y por muchas diferentes razones, las razones de las fallas pueden ser totalmente al azar y cada una debe de ser tratada como un problema independiente, y obviamente es necesario un punto de unión o punto similar para el estudio y solución del problema.

Para fallas de operación ha sido aceptado generalmente por varios años la tabla llamada *"tina de baño"* para representar un patrón de falla típica, representada en la figura 1.3.

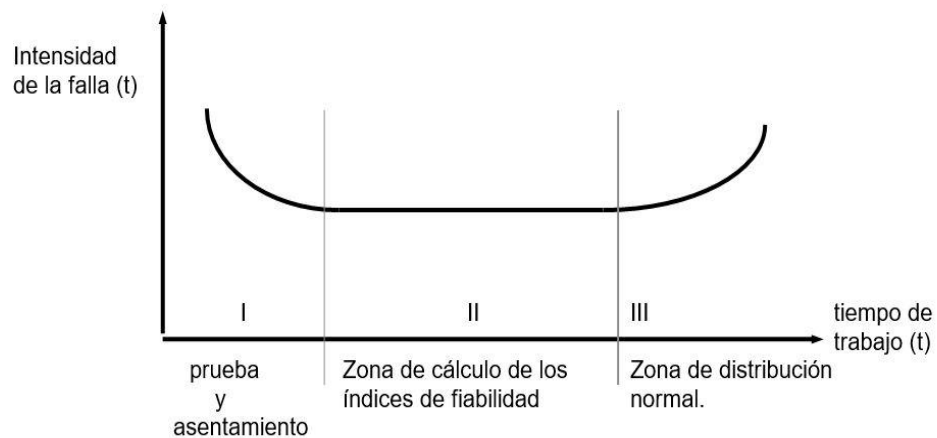


Figura 1.3 Representación gráfica de la intensidad de las fallas de un objeto técnico. Curva de Davies. Fuente (García M, 2002)

Otras formas comunes de comportamiento de fallas se muestran en la siguiente figura:



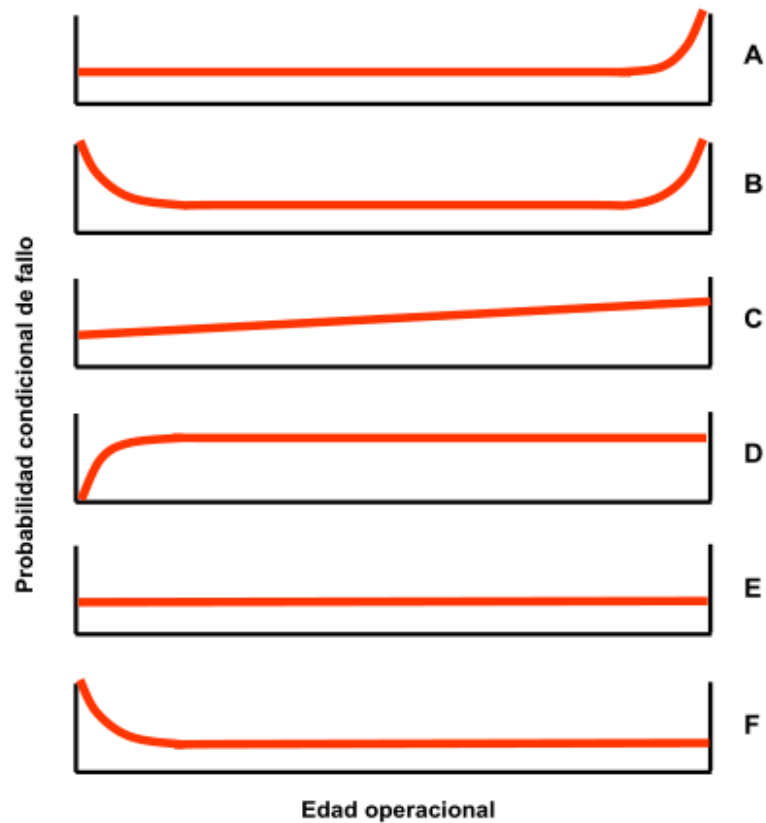


Figura 1.4. Modelos de probabilidad de fallas de equipos. Fuente (Gómez, 2003)

El patrón de fallos **A**, conocido como Primera Generación, se basa en la suposición de que los elementos operan confiablemente durante un período determinado, conocido como vida útil y luego se deterioran con rapidez hasta aparecer el fallo.

El patrón de fallos **B**, típico de la Segunda Generación, es la conocida curva de la bañera y solo se diferencia del patrón anterior en que asume que, después de la puesta en marcha del activo, hay una etapa de ajustes iniciales en la que la probabilidad de fallos es alta. A esta fase inicial conocida como mortalidad infantil, le sigue un tiempo de explotación confiable, para luego finalizar con una zona de desgaste acelerado.

El patrón de fallo **C**, aunque también intenta establecer una relación entre la probabilidad condicional de fallo y la edad del elemento, el incremento de esta probabilidad de fallar es ligeramente ascendente a lo largo de toda la vida, sin que pueda identificarse una edad para la cual aparezca la ya mencionada zona de desgaste acelerado.

El patrón de fallo **D**, como se puede apreciar los elementos que siguen el patrón exhiben una baja probabilidad de fallo cuando son nuevos, la que se incrementa rápidamente para estabilizarse en un valor constante.



El patrón de fallo **E**, constituye el modelo típico de fallo aleatorio, esto es, igual probabilidad condicional de fallo en cualquier edad.

El patrón de fallo **F**, presenta una etapa de mortalidad infantil similar a la de la curva de la bañera, pero luego la probabilidad de fallar decrece precipitadamente para mantenerse casi constante durante el resto de la vida del elemento.

1.6.3 Posible origen de las fallas

Según (Creus S. 2004) las fallas pueden tener diversos orígenes:

1. **Mal diseño o error de cálculo en las máquinas o equipos:** Se dan casos en que el propio fabricante, por desconocer las condiciones en que trabajará, realiza un diseño no adecuado de estas máquinas o equipos. Se puede estimar éste error en un 12% del total de las fallas. Este tipo de situación es muy difícil de revertir, y es probable que se tenga que asumir un alto índice de desperfectos.
2. **Defectos de fabricación de las instalaciones, máquinas o equipos:** Si en la fabricación se descuida el control de la calidad de los materiales, o de los procesos de fabricación de las piezas componentes, las máquinas e instalaciones pueden poseer defectos que se subsanan reemplazando la pieza defectuosa. Este tipo de error se puede encontrar en un 10,45% del total de las fallas.
3. **Mal uso de las instalaciones, máquinas o equipos:** Es la más frecuente de los casos de fallas, y se producen por falta de conocimiento del modo de operarlas, o por usarlas para realizar trabajos para los cuales no fueron diseñadas. Alcanzan al 40% del total de las fallas.
4. **Desgaste natural o envejecimiento por el uso:** Debido al paso del tiempo y al trabajo cotidiano de las instalaciones, máquinas o equipos estos alcanzan niveles de desgaste, de abrasión, de corrosión, etc. A este tipo de falla se estima en el 10,45%.
5. **Fenómenos naturales y otras causas:** Las condiciones atmosféricas pueden influir en el normal funcionamiento de las instalaciones, máquinas o equipos, y junto con otro tipo de fallas pueden ocasionar roturas y paradas de la producción. Se asumen en un 27% de las fallas totales.



1.7 Procedimientos para Analizar los problemas técnicos

Existen varios métodos de análisis de fiabilidad y mantenibilidad como el Diagrama de Pareto, Diagrama Ishikawa, el Árbol de Fallos entre otros. El objeto de cada método y su aplicabilidad individual o combinada para evaluar la fiabilidad y disponibilidad de un sistema o componentes dados, debe ser analizado por el especialista antes de empezar un análisis. Se deberá tener en cuenta igualmente, los resultados que cada método pueda aportar, los datos necesarios para realizar el análisis, la complejidad del mismo y otros factores. En muchos casos se combinan métodos y los resultados se contrastan.

1.7.1 Diagrama de Pareto

Un diagrama de Pareto está formado por un gráfico de barras y un gráfico de línea. Los valores individuales se representan por las barras y el total acumulado es representado por la línea como se puede observar en la figura 1.5.

El eje vertical es la frecuencia con la que ocurren los valores individuales y el eje vertical derecho es el porcentaje acumulado.

La mayoría de los problemas son producidos por un número pequeño de causas, y estas son las que interesan descubrir y eliminar para lograr un gran efecto de mejora. A estas pocas causas que son las responsables de la mayor parte del problema se las conoce como causas vitales. Las causas que no aportan en magnitud o en valor al problema, se las conoce como causas triviales.

El Diagrama de Pareto es un instrumento que permite graficar por orden de importancia, el grado de contribución de las causas que analiza o el conjunto de problemas que quiere estudiar. Se trata de clasificar los problemas y/o causas en vitales y triviales (Moráquez Iglesias).



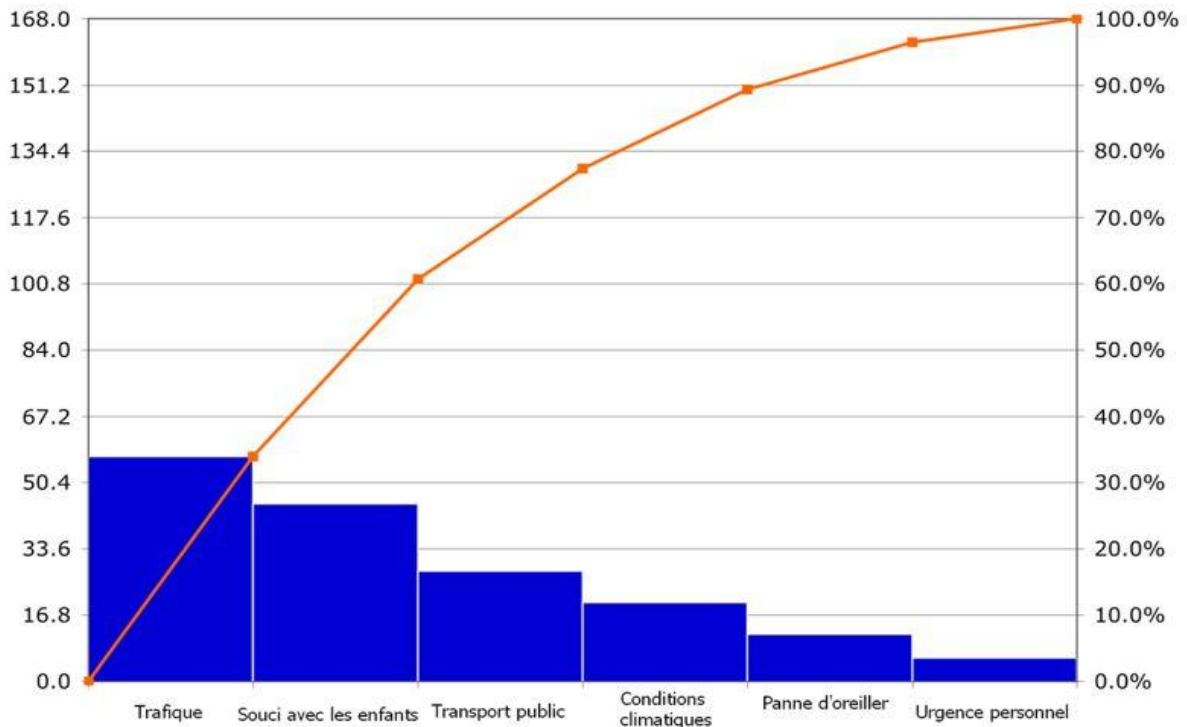


Figura 1.5 Ejemplo simple de un diagrama de Pareto usando datos hipotéticos. Se muestran las en un y en una línea roja las frecuencias acumuladas de las causas por las que los empleados llegan tarde a trabajar a una empresa. Fuente (Gestión de operaciones, 2004)

Pasos para construir el diagrama de Pareto (Gestión de operaciones, 2004):

Paso 1

En el primer paso se decide la clase de problema que será investigado. Se define el cubrimiento del análisis, si se realiza a una máquina completa, una línea o un sistema de cierto equipo. Se decide que datos serán necesarios y la forma de clasificarlos. Este punto es fundamental, ya que se pretende preparar la información para facilitar su estratificación posterior.

Paso 2

Preparar una hoja de recogida de datos. Si la empresa posee un programa informático para la gestión de los datos, se preparará un plan para realizar las búsquedas y la clasificación de la información que se desea. Es en este punto cuando se puede realizar la estratificación de la información sugerida anteriormente.

Paso 3

Clasificar en orden de magnitud la información obtenida. Se recomienda indicar con letras (A, B, C,...) los temas que se han ordenado.



Paso 4

Dibujar dos ejes verticales (izquierdo y derecho) y otro horizontal.

(1) Eje vertical.

¾ En el eje vertical a la izquierda se marca una escala desde 0 hasta el total acumulado.

¾ En el eje vertical de la derecha se marca una escala desde 0 hasta 100%.

(2) Eje horizontal.

Se divide este eje en un número de intervalos de acuerdo al número de clasificaciones que se pretende realizar. Es allí donde se escribirá el tipo de avería que se ha presentado en el equipo que se estudia.

Paso 5

Construir el diagrama de barras.

Paso 6

Marcar con un punto los porcentajes acumulados y unir comenzando desde cero cada uno de estos puntos con líneas rectas obteniendo como resultado la curva acumulada. A esta curva se le conoce como la curva de Lorentz.

Paso 7

Escribir notas de información del diagrama como título, unidades, nombre de la persona que elaboró el diagrama, período comprendido y número total de datos.

Funciones del gráfico de Pareto (Montgomery & Runge, 1996):

- Clasificar, por orden decreciente de importancia, la aportación de cada componente al efecto total.
- Resaltar los problemas claves a fin de concentrar los esfuerzos en aquellas áreas donde será más elevado el impacto de la mejora de cara a cumplir el objetivo.
- Se establecen, por consiguiente, los temas y los objetivos de mejora procediendo por orden de prioridad o criticidad.
- Prever la eficacia de las intervenciones evidenciando el impacto referente a cada área sobre el problema analizado: es posible predeterminar los resultados que se pueden alcanzar actuando en cada una de las áreas tenidas en cuenta.

El Diagrama de Pareto presenta claramente la magnitud relativa de los problemas y suministra a los técnicos una base de conocimiento común sobre la cual trabajar. Una sola mirada basta para detectar cuáles son las barras del diagrama que componen el



mayor porcentaje de los problemas. La experiencia demuestra que es más fácil reducir a la mitad una barra alta, que reducir una barra de poca altura a cero.

1.7.2 Diagrama Causa-Efecto de Ishikawa

Es una herramienta que ayuda a identificar y enumerar todas las posibles causas para un problema específico. De una forma muy gráfica y visual enseña la relación entre un efecto y los factores que posiblemente lo provocan.

En muchas empresas el diagrama también es llamado "Diagrama Ishikawa" debido al nombre de su inventor "Kaoru Ishikawa, o también conocido como "espina de pescado" debido a las formas que tiene (ver figura 1.6) (Moncayo Calderón, 2004).

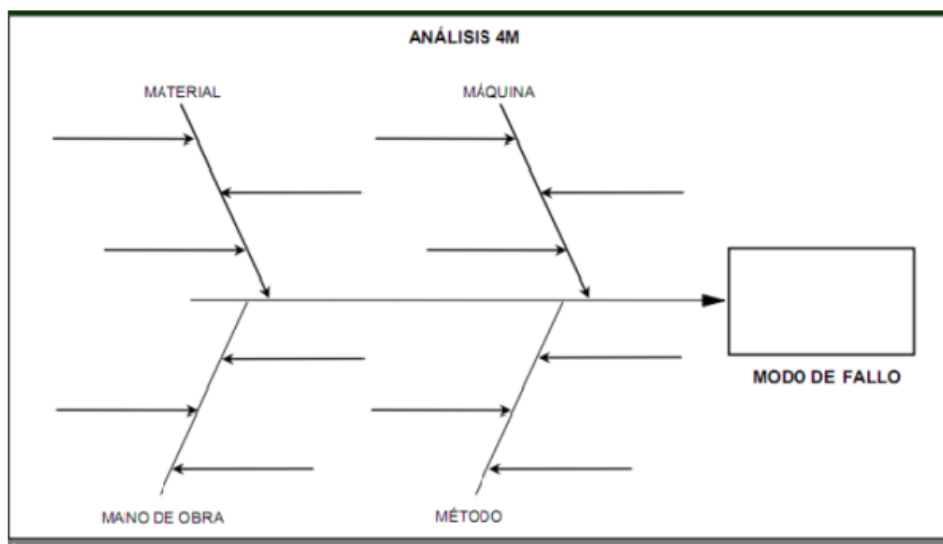


Figura 1.6 Diagrama Ishikawa o espina de pescado. Fuente (Moncayo Calderón, 2004)

El desarrollo de un Diagrama Causa-efecto ayuda al investigador a identificar todas las posibles causas que generan un efecto específico, problema o condición. La estructura del diagrama está hecha de forma que ayude al investigador a pensar no sólo en un factor específico que cause el problema sino en todo el proceso (Buechsel, 2014).

Utilidad del diagrama Causa-Efecto

- Para resaltar, clasificar y relacionar las posibles causas de un problema (efecto)
- Para orientar/focalizar la conversación/discusión respecto al problema elegido.
- Para apoyar el análisis de modo que la construcción del diagrama y la discusión planteada ayuden a tomar nuevas decisiones.

Aplicación el diagrama de causa-efecto



según (Buechsel, 2014) el diagrama de causa-efecto debe contar con los siguientes pasos:

- Definir el efecto de forma clara y concisa.
- Indicar el efecto en la extremidad derecha de un rectángulo, trazar una línea recta que atraviese toda la hoja hasta el rectángulo.
- Trazar flechas orientadas hacia la flecha principal. Estas flechas (ramas principales) representan las macro-causas (o causas principales también llamadas "Ms").
- Para cada rama/macro-causa, identificar todas las posibles causas y listarlas.
- Acercarse (todo el equipo) al proceso para hacer una investigación en las posibles causas para marcar las que realmente proceden como las más importantes. Se puede utilizar un diagrama de Pareto o, en caso falten datos específicos, recurrir a un intercambio de opiniones para finalizar votándolas.
- Las causas identificadas como las más probables son aquellas en las que se tiene que profundizar la investigación con el análisis de 5 Porqués para identificar las causas raíz del problema.

1.7.3 Árbol de fallos

El árbol de fallo es una representación gráfica organizada de las condiciones y otros factores, que causan o contribuyen a la aparición de un suceso indeseable, conocido como el "suceso superior". La representación se realiza de modo que pueda ser entendida, analizada y, si es necesario, reorganizada para facilitar la identificación de (UNE 21-925-94, 1994):

- Factores que afectan a la fiabilidad y a las características funcionales del sistema, como modos de fallo, errores humanos, condiciones ambientales y fallos de la programación ("software").
- Requisitos o especificaciones incompatibles que puedan afectar al funcionamiento del sistema.
- Sucesos comunes que afectan a más de un componente funcional y que pudieran anular los beneficios aportados por redundancias específicas.



Aplicaciones del árbol de fallo

El árbol de fallos es particularmente útil para el análisis de sistemas complejos que comprenden varios subsistemas dependientes o funcionalmente relacionados, con diferentes objetivos de funcionamiento. Esto es más cierto cuando el diseño del sistema requiere la participación de muchos grupos de diseño especializados. Ejemplo de los sistemas a los cuales se le realiza normalmente el análisis por árbol de fallo son centrales nucleares, aviones, sistemas de comunicación, procesos químicos e industriales, etc. (UNE 21-925-94, 1994).

En la figura 1.7 el suceso A ocurrirá únicamente si los sucesos B y C también suceden. El suceso C tiene lugar si el D o el E ocurren.

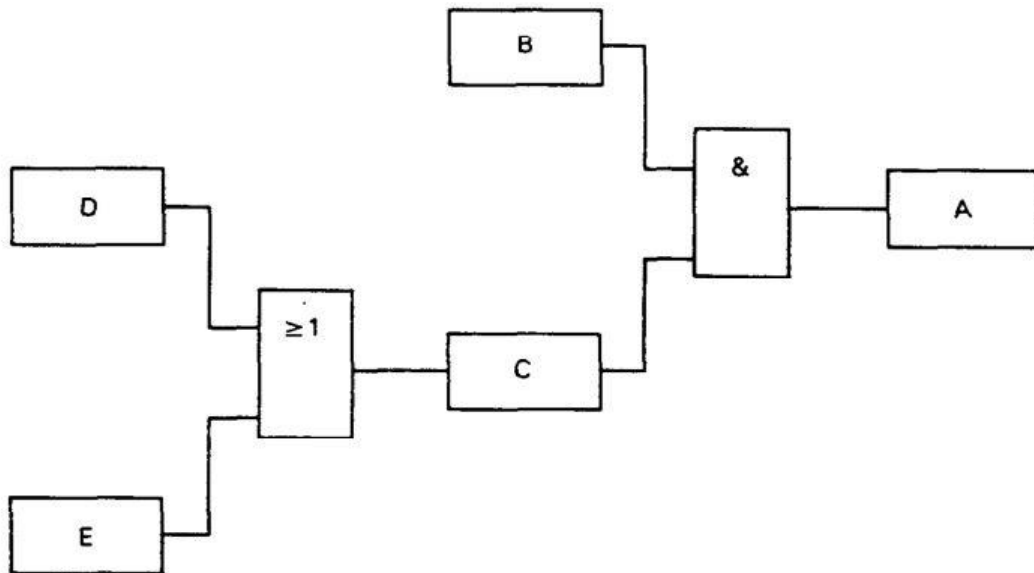


Figura 1.7 Ejemplo de un árbol de fallo. Fuente (UNE 21-925-94, 1994)



CAPÍTULO II: DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE FUNCIONABILIDAD DE LA LÍNEA DE LLENADO DE LATAS DE LA FÁBRICA BUCANERO S.A.

2.2 Caracterización de la línea de llenado de latas

La cerveza en la fábrica pasa por diferentes equipos y procesos en el área de envasado (ver figura 2.1) para ser envasada en latas de aluminio no retornables. La capacidad de la línea es de 60.000 latas/hora. El proceso comienza en el depaletizador que es el encargado de suministrar las latas vacías hasta el *vacuum transfer* en el cual las latas que tengan defectos en la superficie son rechazadas automáticamente, luego se lavan con aire a presión en el *rincer* iónico y se envían a la llenadora. Después de ser llenadas son trasladadas al pasteurizador, luego se empacan en la empacadora que conforma la caja de 24 latas, las cuales son inspeccionadas por un sensor o inspector de peso y la caja que no contenga el peso específico son rechazadas, posteriormente se dirigen al paletizador donde se conforma el *pallet* y después la envolvente envuelve el *pallet* para ser almacenado y listo para la venta. La línea se ha visto afectada por problemas mecánicos, operacionales, automáticos y de instrumentación, los cuales afectan la eficiencia de esta.

El Depaletizado

El depaletizado es una operación previa al llenado, que consiste en tomar los envases de latas nuevas desde el *pallet* y entregarlos ordenadamente al transportador que alimenta a la línea de envasado, pasando las latas de los *pallets* al transporte que las conduce a la llenadora. Esta operación se realiza mediante la máquina denominada Depaletizador. (Paloma B, 2011)

Lavado

Una vez las latas se encuentran colocadas sueltas sobre la cinta transportadora a la salida del depaletizador, éstas seguirán su camino hacia el *rincer* iónico donde se realiza una limpieza con aire ionizado para eliminar los posibles restos de polvo. Aunque las latas vienen nuevas de la fábrica, será necesario su enjuague para garantizar que quede eliminado cualquier resto de polvo o suciedad que esta haya podido coger durante su transporte y/o almacenamiento.



Llenado

El llenado es la operación más importante del proceso de envasado, que consiste en llenar los envases bajo atmósfera (CO_2 ó N_2) consiguiendo el nivel adecuado. Por tanto, la misión principal de la llenadora (Figura 2.13), es introducir en la lata un volumen constante de cerveza en condiciones tales que haya una ganancia mínima de oxígeno. Esto quiere decir, que hay que impedir que el aire se disuelva en la cerveza durante el llenado y quede aire en el gollete de la cerveza. Para ello, antes del llenado, se elimina el aire de la lata mediante un enjuague inyectando gas carbónico a presión, que desplazará el aire existente en la misma. Una vez enjuagada la lata se producirá el llenado, con cerveza que llega desde la bodega de filtrado a través de las tuberías a una temperatura de 3 ó 4 ° C. Ésta es la temperatura a la que se produce el llenado.

Las latas se centran en cada válvula de la llenadora, automáticamente, se presurizan con gas carbónico antes de proceder a la introducción del líquido; una vez llena con cerveza, se obliga a un espumado que proviene de la cerveza, mientras el envase continúa hacia la tapadora, en donde es sellado. Un control automático rechaza aquellos envases que no cubran el nivel de llenado establecido y comprueba el tapado hermético de las latas. La verificación de los niveles de llenado en los modernos equipos de la planta, se efectúa con registros electrónicos y de imagen altamente tecnificados, en los cuales se visualiza el contenido de cada lata.

Pasteurización

La pasteurización es un tratamiento térmico que tiene por objeto destruir mediante el calor los microorganismos que pudieran existir en un líquido alimenticio, alterando lo menos posible la estructura física del producto y sus componentes para asegurar la buena conservación del producto hasta la fecha límite de conservación. El objetivo de este proceso es, por tanto, adecuar el producto para el consumo.

La cerveza envasada, entra al pasteurizador donde es calentada, a temperaturas entre 32 ° C y 64 ° C bajo condiciones controladas, lo que contribuye a ratificar su condición de cerveza biológicamente estable y de allí pasa el sector de empaçado, donde llega fresca, con la temperatura del ambiente.



Empaque

El proceso de empaqueo de las latas ocurre en una máquina que conforma la caja de 24 latas, conformada de 6x4. Aquí se envuelve la caja en un nylon resistente que garantiza la seguridad del producto.

Los índices de fiabilidad, disponibilidad y reparabilidad, son vitales para evaluar la gestión del mantenimiento. Se reconoce la necesidad de reestructurar y procesar la base de datos actual de la línea de latas de Bucanero S.A. con el fin de conocer sus índices. Esta Base de datos se caracteriza por no delimitar la manifestación del defecto y su causa correspondiente. También se mezclan informaciones de roturas y reparaciones realizadas por el operador, las cuales se denominaban fallos de operación, lo cual es incorrecto. Esto obliga al investigador a realizar encuestas con expertos en mantenimiento y a recurrir a sus notas personales, en interés de esclarecer tan importante información.

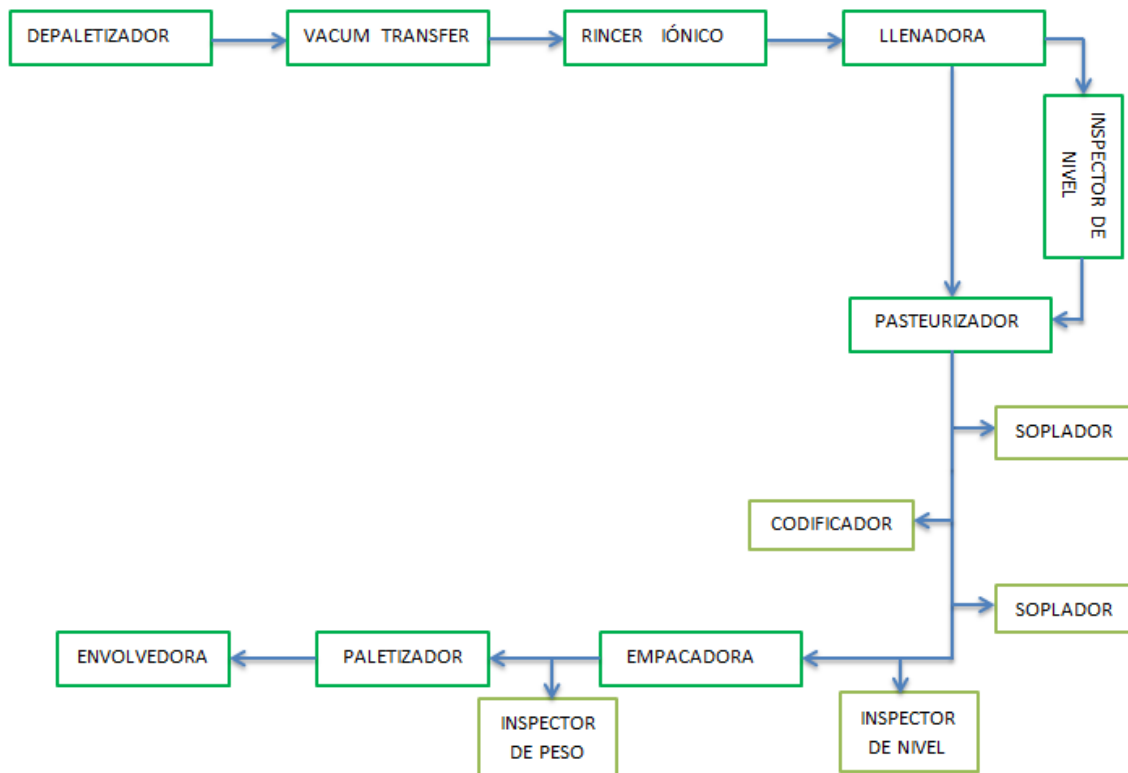


Figura 2.1 Diagrama de flujo del proceso de envasado de Cervecería Bucanero S.A.

Fuente elaboración propia



2.3 Análisis de los datos de explotación de la línea de llenado de latas de la fábrica

Bucanero del año 2018

Se utiliza la base de datos del año 2018 cargadas en hojas de cálculo Excel (ver figura 2.2) suministrada por la fábrica (GePack Latas 2018), compuesta por los datos 1 336 h paradas por mantenimiento correctivo y 432,88 h paradas por mantenimiento preventivo de las cuales se realizó una selección para obtener los principales fallos de los equipos más críticos (ver anexo 1, anexo 2 y anexo 3). Esta base de datos acumula todas las anotaciones que realiza el servicio de asistencia técnica. Estas anotaciones están asignadas a cada técnico y a cada máquina y a un caso. Cada fallo de una máquina genera un caso. Con cada caso se puede conocer el día de parada y puesta en marcha de la línea, tiempo que estuvo inoperativa y una descripción del problema.

La información tiene como inconveniente que no delimita la manifestación del defecto y su causa correspondiente (figura 2.2). También se mezclan informaciones de roturas y acciones de reparación realizadas por el operador, las cuales se denominaban fallos de operación, lo cual es incorrecto, por esta razón el alumno tiene que realizar encuestas con expertos en mantenimiento y recurrir a sus notas personales, en interés de esclarecer la manifestación y la causa de los defectos; así como para realizar las clasificaciones y análisis técnicos.

Estos datos servirán para calcular todos los índices previstos en los objetivos en el trabajo de diploma.



cogieran		Sort Date		SAVE AS		Note		Coleta						
1	Date	Hour	Tim	Area	4	Equipment	Com	Plu	Comments	GP	NP	Prod	Flov	Shif
2	30/6/2018	22.00	480	Mechanics	Tres en uno				Cermex , Eje de K 7 se tranco y al			BF	Caja1	Shift A
5	01/7/2018	06.02	404	Mechanics	Tres en uno				Cermex , Eje de K 7 se tranco y al			BF	Caja1	Shift C
6	01/7/2018	12.43	11	Instrumentation	Transportadores				motor de transportador de entrada de			BF	Caja1	Shift C
76	02/7/2018	15.09	115	Instrumentation	Videojet				Videojet de latas en falla realizando			BF	Caja1	Shift B
80	02/7/2018	17.57	26	Mechanics	Paletizador				Se desajusto el empujador de cama y se tenso la correa de los r			BF	Caja1	Shift B
90	02/7/2018	21.05	27	Mechanics	Transportadores				Cadena del transportador salida de la			CR	Caja1	Shift B
103	03/7/2018	01.25	50	Instrumentation	Sistema de lubricación				Bomba lubricación llenadora en falla			CR	Caja1	Shift A
104	03/7/2018	02.15	25	Instrumentation	Llenadora				Llenadora bloqueada. Hubo que apagar y encender			CR	Caja1	Shift A
105	03/7/2018	02.43	50	Mechanics	Llenadora				Llenadora dando exceso de prey. Buscando causas.			CR	Caja1	Shift A
107	03/7/2018	04.40	53	Mechanics	Llenadora				Llenadora baja velocidad por bajo nivel en llenado			CR	Caja1	Shift A
111	03/7/2018	06.15	23	Mechanics	Llenadora				Llenadora trabajando a baja velocidad , 500 latas por minuto por			CR	Caja1	Shift C
112	03/7/2018	06.17	14	Mechanics	Sistema de lubricación				Bomba de lubricacion descargandose.			CR	Caja1	Shift C
117	03/07/2018	16.11	45	Operational	Depaletizador				Pintando techo tramo encima del			MB	Caja1	Shift B
158	04/7/2018	09.09	15	Instrumentation	Videojet				Problemas con los videos			MB	Caja1	Shift D
172	04/7/2018	18.19	11	Mechanics	Tres en uno				Cermex , lata caída en la envolvedora			CR	Caja1	Shift C
177	04/7/2018	20.50	15	Mechanics	Transportadores				Cambiando rodillo de banda de goma de transportador de salida c			CR	Caja1	Shift C
179	04/7/2018	21.22	11	Mechanics	Tres en uno				Cermex , lata caída en la envolvedora de paquetes.			CR	Caja1	Shift C
188	04/7/2018	23.54	45	Mechanics	Paletizador				Operando el base de la estructura			CR	Caja1	Shift B

Figura 2.2 Muestra de la base de datos correspondiente al mes de Julio del 2018. Fuente (Bucanero S.A., 2018)

2.3.1 Aplicación del diagrama de Pareto

Los datos a utilizar son los fallos de la línea de envasado de latas del año 2018, de la fábrica de cerveza Bucanero S.A., estos fallos son de cada uno de los equipos de la línea y se clasifican en mecánicos, operacionales, automáticos, eléctricos o de instrumentación.

En la figura 2.3, se representa el diagrama de Pareto con los 11 equipos y el tiempo de fallas en el período analizado, los valores individuales se figuran por las barras y el total acumulado es representado por la línea. Dentro de estos destacan **el paletizador** (518,02 horas fuera de servicio, representando un 26 % del total), **el CERMEX** (339,37 horas fuera de servicio, representando un 17 % del total), **el depaletizador** (302,98 horas fuera de servicio, representando un 15 % del total), y **la llenadora** (295 horas fuera de servicio, representando el 15 % del total), **los transportadores** (188.87 horas fuera de servicio, representando el 9 % del total), estos son los equipos más críticos de la línea sumando entre los cinco 1 644,24 horas fuera de servicio por mantenimiento correctivo y un 82 % del total acumulado. Por esta razón el análisis será estratificado a estos equipos críticos.



Gráfico de Pareto de la Línea de Latas

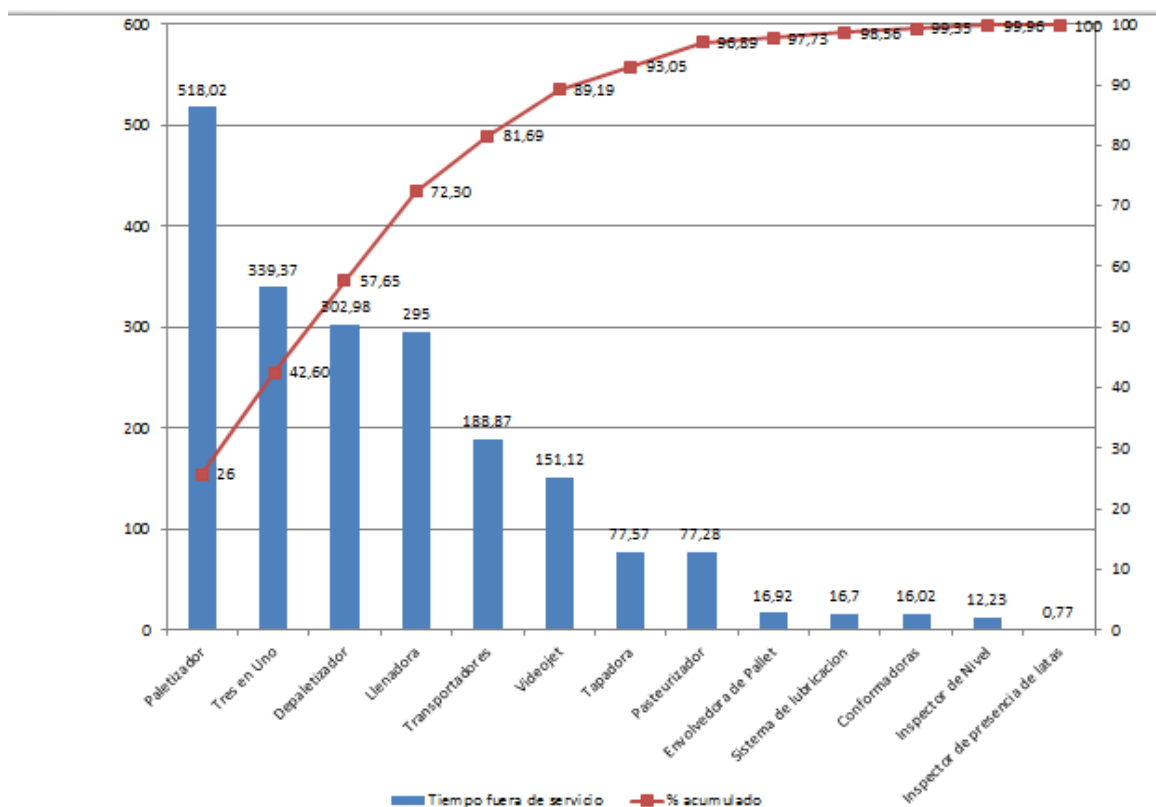


Figura 2.3 Diagrama de Pareto. Fuente elaboración propia

2.4 Identificación de los equipos y piezas críticas de la línea de latas de la fábrica Bucanero S.A.

Luego de analizar la Figura 2.3 se llega a la conclusión que los equipos más críticos de la línea de Latas son: el paletizador, el tres en uno, depaletizador, la Llenadora y los transportadores, estos equipos representan el 82 % del tiempo total fuera de servicio de la línea. Las piezas críticas son los rodillos de la base del paletizador, el eje del K-7 del CERMEX, el brazo de la mesa de descarga del paletizador.

2.5 Cálculo de los índices de funcionalidad de la línea

Los índices que se establecen al procesar el resumen de la base de datos del año 2018 (ver tabla 2.1) son los siguientes: Tiempo Promedio entre Fallos (MTBF), Tiempo Promedio para Reparar (MTTR), disponibilidad, fiabilidad y tiempo de disponibilidad técnica.



Tabla 2.1 Tiempo de producción y paradas de la línea. Fuente (Bucanero S.A., 2018).

Tiempo de trabajo de la línea (Times)	(h)
Tiempo Total (Total Time) - TT	8 760,00
Tiempo no planificado (<i>Not Scheduled Time</i>) NST	433,88
TOT	
Tiempo Total de operación (Total Operations Time)	8 326,12
Paradas planificadas (<i>Planned Down Times</i>) PDT	804,78
Tiempo de carga (Loading Time) - LT	7 521,33
Falta de cerveza (<i>Brewery</i>)	100,22
Falta de útiles (<i>Utilities</i>)	183,20
Problemas con logística (<i>Logistics</i>)	228,88
<i>Procurement</i>	33,92
Baja Calidad (<i>Quality</i>)	47,70
Problemas Externos (<i>Other External - Idling</i>)	2,65
Tiempo de eficiencia de la línea (Line Efficiency Time) - LET	6 925,37
Problemas Mecánicos (<i>Mechanics</i>)	880,02
Problemas eléctricos (<i>Electric</i>)	3,32
Problemas de automatización (<i>Automation</i>)	232,95
Problemas de instrumentación (<i>Instrumentation</i>)	677,57
Baja velocidad (<i>Speed Losses</i>)	-0,65
Problemas operacionales (<i>Operational</i>)	218,98
Tiempo de producción bruta (Gross Production Time) - GPT	4 912,75
Baja calidad (<i>Quality Loss</i>)	28,31
EPT	
Producción efectiva de la línea (Effective Production Time)	4 884,44

En la tabla 2.1 se aprecia que predominan los problemas mecánicos.

Los fallos en la línea se dividen en cuatro secciones dependiendo del tipo de falla que puede ser mecánica, automática, operacional o de instrumentación, en la tabla 2.1 se puede apreciar que la más crítica de estas es la parte mecánica con un tiempo de 880,02 horas fuera de servicio por mantenimiento correctivo y una disponibilidad mecánica de un 81,1 % y sumado a esto una también mala disponibilidad de instrumentación 83,9 % da lugar a una disponibilidad general de la línea de 83,18 %.



Parte de esta ineficiencia es debido a la obsolescencia de equipos tan complejos como el paletizador, el CERMEX, el depaletizador, la llenadora y los transportadores con casi 20 años de explotación los cuales serán analizados individualmente.

Tabla 2.2 Índices de funcionabilidad de la línea. Fuente elaboración propia

Tipo de fallo	Ocurrencia de fallos	Tiempo de Disponibilidad Técnica (h)	Tiempo medio entre fallos (MTBF) (h)	Tiempo medio para reparar (MTTR) (h)	Fiabilidad %	Disponibilidad Técnica %
Mecánico						
880,02	3 920	7 363,9	1,76	13,5	87,29	81,1
Automático						
232,95	1 422	7 991,7	4,87	1,42	96,64	90,4
Instrumentación						
677,57	2 138	7 549,5	3,24	0,94	90,22	83,9
Operacional						
218,98	1 815	8 006,4	3,82	1,11	96,83	90,6
Línea de Latas						
2 009,51	9 295	6 476,1	0,74	0,22	74,1	64,7
MPP	MPP	Tiempo de Producción	Tiempo Total			
(h)	Ocurrencias	(h)	(h)			
432,88	3547	4 884,44	8 760			

2.5.1 Análisis de los datos de trabajo del paletizador

Paletizado, operación contraria al depaletizado consiste en tomar las bandejas o paquetes que llegan en el transportador desde la zona de empaclado y disponerlas sobre un *pallet*, formando capas conforme a una configuración establecida y en un número de capas determinado, (generalmente 10 o 11 capas para latas de 355 ml. El objetivo es formar una



unidad de carga compacta y estable capaz de resistir, sin deformarse, el almacenado, el transporte y la distribución.

Esta máquina constituye la más crítica de la línea representando el 26 % del total del tiempo fuera de servicio de la línea, estuvo 518,02 horas fuera de servicio, de ellas estuvo parada 276,85 horas por problemas mecánicos, 60,13 horas por problemas automáticos, 158,03 horas por instrumentación, 22,93 horas por problemas operacionales. De esta manera se presentan las fallas en el paletizador.



Figura 2.4 Paletizador. Fuente elaboración propia

2.5.1.2 Proceso de trabajo del paletizador

Las cajas que llegan al paletizador se agrupan en un transportador de entrada con rodillos. El combinador se encarga de confeccionar el mosaico que tendrá cada capa, para otorgar así más estabilidad al conjunto una vez formado. El mosaico podrá variar en función del formato que se esté envasando en ese momento. Un empujador toma la capa formada y las empuja hasta situarlas en la placa de carga.



En la placa de carga la capa de paquetes se centra mediante centradores laterales y el empujador de filas. A continuación, el paletizador se encarga de trasladar cada capa al transporte de salida, colocando una capa encima de la otra hasta conseguir la altura deseada del pallet. Además de esto, existe un robot que coloca un separador de cartón encima de cada capa nueva.

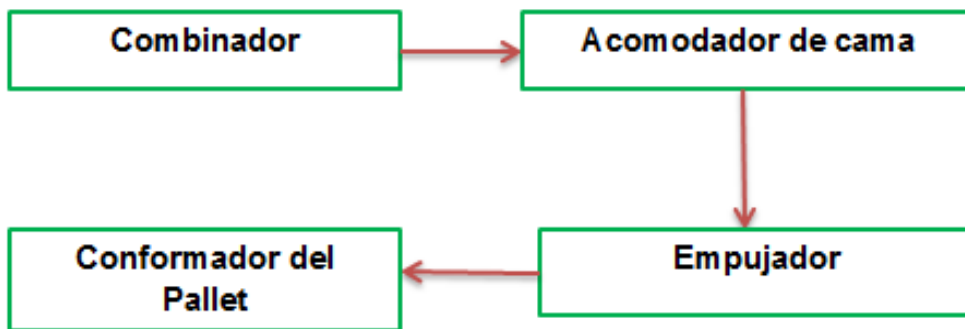


Figura 2.5 Diagrama de flujo del proceso de paletizado de latas. Fuente elaboración propia.

2.5.1.3 Determinación de los índices de funcionabilidad del paletizador.

Se parte de la base de datos disponible que presentan la estructura vista en la figura 2.2, a partir de esta se realiza una clasificación de los datos atendiendo a criterios de causas, por tiempos de fallos, cantidad de fallos, partes y piezas afectadas (tabla 2.3) que recoge adecuadamente el fallo del equipo, la cantidad de paradas y su tiempo indisponible; con estos datos se realiza el cálculo de los índices de funcionabilidad del paletizador. En la descripción del fallo cuando no se especifica y solo se pone el equipo, se refiere a fallos diversos; ejemplo mal acomodo de cajas.



Tabla 2.3 Fallos en el paletizador. Fuente elaboración propia

Fallos	Tiempo (m in)	Ocurrencia
Salidero de aire en los cilindros del paracaídas	215	2
Acomodador de cajas de la mesa bloqueado	12	1
Alimentador de capas bloqueado al momento de colocar el separador en el <i>pallet</i>	378	31
Malacomodo de cajas	2220	168
Base del rodamiento de la mesa de descarga del paletizador partida	99	2
Problemas en el funcionamiento de una de las patas del combinador de cajas	43	2
Guía zafada de la cadena de el transportador de salida del paletizador hacia la envolvedora	49	3
<i>Pallet</i> bloqueado en la salida del paletizador	14	6
Mal funcionamiento de las ventosas	21	12
Brazo del rodamiento de la mesa de descarga del paletizador partido	568	4
Cadena del transporte del <i>pallet</i> lleno, trancado y montado	116	3
Combinador de cajas atascado	244	1
Empujador de camas fuera de lugar	35	1
<i>Pallet</i> de separadores arqueado	19	1
Rodillos con residuos de azucares	30	2
Alimentador de capa soltando el separador en el momento de colocarlo en el <i>pallet</i>	35	2
Bloqueo magneto térmico	331	24
Cilindro de rotación aplastando paquetes	60	1
Combinador de cajas atascado	110	2
<i>Pallet</i> dentro de la máquina en malestado	106	5
Ajuste de separadores en el <i>pallet</i> , por estar virándolos y reventaban el nylon en la envolvedora	180	11
Avería en inversor transportador de paletas	52	3
Barredor bloqueado, la máquina fuera de ciclo	90	5
Bloqueo del alimentador de capas al momento de colocar el separador en el <i>pallet</i>	552	33
Bloqueo de la máquina	96	5
Brazo de la mesa de descarga de cama del paletizador zafándose	485	3
Cajas con huecos provocando malacomodo de las mismas	141	9
Electroválvula en falla	345	4
Guías y cadenas del combinador de cajas partidas	430	2



Tabla 2.3 Fallos del Paletizador. Continuación

Fallos	Tiempo (min)	Ocurrencia
Cilindro de rotación aplastando paquetes	185	2
Empujador de camas de caja bloqueado machucando cajas	62	3
Fotocelda de la entrada del pallet en falla	188	12
Mesa de elevación tumbando cajas	22	1
Tornillo del centrador de camas partido	28	1
Tornillo del compactador de cama partido	54	1
Combinador de cajas fuera de tiempo	11	1
Guía de la mesa de elevación en avería	50	1
Tornillos del centrador de cajas en mal estado	51	1
Rodillo del paletizador averiado	65	2
Rodillo del transportador averiado	38	1
Base del brazo de la mesa de descarga del paletizador averiada	60	1

Con el análisis de la tabla 2.3 y la figura 2.6 se observa que los principales fallos del paletizador son el **mal acomodo de cajas** (168 paradas, 37 horas fuera de servicio, lo que representa un 32 % del total). Esto puede ser ocasionado por problemas de funcionamiento de unas de las patas del combinador de cajas, las guías de compactación rotas; el **brazo del rodamiento de la mesa de descarga del paletizador partido** (4 paradas, 10 horas fuera de servicio, un 8 % del total) esto es debido a desajustes de la mesa de descarga; y **alimentador de capas bloqueado al momento de colocar el separador en el pallet** (31 paradas, 7 horas fuera de servicio, un 8 % del total), producto a que las mangueras del paracaídas se encontraban partidas. Entre estos tres fallos suman 203 paradas, 54 horas fuera de servicio, un 48 % del total de fallos del equipo y un 26 % del total de las fallas de la línea. Aunque reportan pocas horas fuera de servicio con respecto al total (sus interrupciones son mínimas).



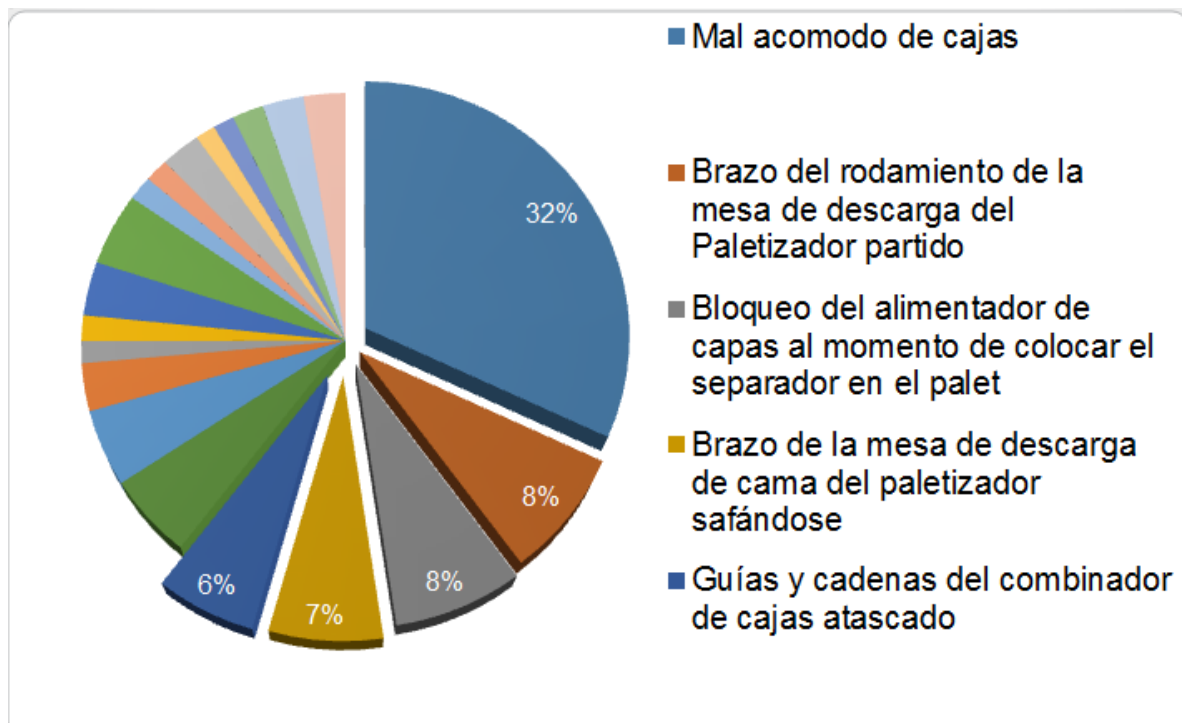


Figura 2.6 Fallos en el paletizador con respecto al tiempo de indisponibilidad %. Fuente elaboración propia

El paletizador presenta la disponibilidad más baja de los cinco equipos analizados con un 86,3 %, en la tabla 2.4 se puede concluir que la mala disponibilidad es debido, principalmente a sus fallos mecánicos los cuales generan una deficiente disponibilidad mecánica de 89,7 % debido a un bajo tiempo promedio entre fallos (MTBF) de 2,77 horas y a un ineficiente tiempo promedio para reparar (MTTR) de 12,6 minutos. Estos fallos mecánicos se deben principalmente a problemas con los rodillos del combinador de cajas, tacones del intercambiador de cajas partidos, rodillos, las bandas transportadoras en mal estado, el brazo de la mesa de descarga del paletizador girando sobre el reductor.



Tabla 2.4 Índices de funcionabilidad del paletizador. Fuente elaboración propia

Tipo de fallo	Ocurrencia de fallos	Tiempo de Disponibilidad Técnica (h)	Tiempo medio entre fallos (MTBF) (h)	Tiempo medio para reparar (MTTR) (h)	Fiabilidad %	Disponibilidad Técnica %
Tiempo en fallo(h)						
Mecánico						
276,85	1 535	7 945,7	4,5	0,18	96	89,7
Automático						
60,13	325	8 177,8	21,3	1,59	99,1	92,8
Instrumentación						
158,03	509	8 071,3	13,6	1,01	97,7	91,5
Operacional						
22,93	126	8 219,0	54,9	4,11	99,6	93,4
paletizador						
518,02	2 495	7 702,4	2,77	0,21	92,5	86,3

2.6 Análisis de los datos de trabajo del CERMEX

Esta máquina constituye la más crítica de la línea representando el 42 % del total del tiempo fuera de servicio de la línea, estuvo 339,37 horas fuera de servicio, de ellos estuvo parada 193,50 horas por problemas mecánicos, 21,23 horas por problemas automáticos, 73,73 horas por instrumentación, 50,90 horas por problemas operacionales. De esta manera se presentan las fallas en el CERMEX.





Figura 2.7 CERME X . Fuente elaboración propia

2.6.1 Proceso de trabajo del CERME X

El proceso de trabajo del CERME X comienza por la selección y agrupación del producto. La selección es a través del transportador de entrada el cual alimenta la máquina con el producto, este agrupa las latas en seis filas. Luego pasan al K-7 cuyo objetivo es formar el mosaico o caja en el formato de 6x4.

Después de estar conformado el mosaico de 24 latas pasa a la mesa de inyección del film que inyecta el film o recubrimiento para proteger la caja, en esta mesa compuesta por unos rodillos en la parte inferior que tienen las bobinas de nylon que cubren el mosaico. Este nylon le garantiza la fortaleza a la caja para ser comercializada posteriormente.

Al finalizar este proceso pasa por último el túnel de calor para retractor el nylon para endurecer el mosaico. El túnel de retractor es donde el nylon se calienta para lograr la fijación perfecta a la agrupación, evitando la posibilidad de un producto libre en todo el transporte, tanto en la línea de producción como en el transporte hasta el lugar de compra.



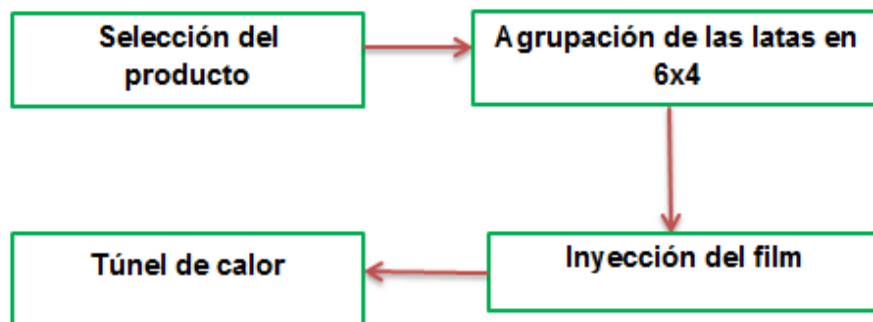


Figura 2.8 Diagrama de flujo del proceso de trabajo del CERMEX. Fuente elaboración propia

2.6.2 Determinación de los índices de funcionabilidad del CERMEX

Se parte de la base de datos disponibles, se realiza una clasificación de los datos atendiendo a criterios de causas, por tiempos de fallos, cantidad de fallos, partes y piezas afectadas para obtener; como se aprecia en la tabla 2.5 la información sobre el fallo del equipo, la cantidad de paradas y su tiempo indisponible, con estos datos se realiza el cálculo de los índices de funcionabilidad del CERMEX. En la descripción del fallo cuando no se especifica y solo se pone el equipo, se refiere a fallos diversos; ejemplo nylon enrollado en los rodillos del carrito, latas atrasadas en el K7, cajas con huecos saliendo de los rodillos, envolvedora con problemas, etc.

Tabla 2.5 Fallos en el CERMEX. Fuente elaboración propia

Fallos	Tiempo (min)	Ocurrencia
Banda del secuenciador con huecos tumbando las latas	26	2
Bastón del secuenciador del nylon suelto	31	1
Cajas atoradas en el túnel de calor, nylon enrollado en rodillos	20	1
Cajas con huecos provocando malacomodo de cajas en el paletizador	142	7
Cajas trabadas en la salida del túnel	69	2
Banda del secuenciador en mal estado	340	2
Banda transportadora a la salida del K-7 en avería	120	1
Cinta del K-7 y rodillo principal en vería	459	4
Cuchilla del carrito en mal estado	48	1



Tabla 2.5 Fallos en el CERMEX. Cermex. Continuación

Fallos	Tiempo (m in)	Ocurrencia
Banda transportadora del CERMEX en malestado	176	1
Cintas del K-7 partida	62	1
Latas atrasadas a la salida del K-7	235	11
Eje de K-7 se trancó y partido de la base	884	2
Latas caídas en la envolvedora de paquetes	68	6
Nylon enrollado en la envolvedora	30	2
Nylon enrollado en los rodillos del carrito	1354	79
Restableciendo rodillos del transportador de entrada de la Cermex	40	1
Varilla del ciclador fuera de lugar	157	10
Cambiando y ajustando banda transportadora	45	1
Eje del reductor del motor del K-7 se partió rente a la base	190	2
Falla rotura film	25	1
K-7 fuera de ciclo	53	2
Limpiando y ajustando cintas del K-7	48	1
Paquetes blando	306	3
Problemas con la Cermex	240	2
Restableciendo rodillos del transportador de entrada de la Cermex	220	1
Cadena del ciclador rota	96	1
Sacando el K-7 y verificando problemas	109	1
Rodillo de tensión de la banda de entrada del K-7 partido	70	1
Falla de variador del túnel de calor	1015	3
Problemas con las tuberías de aire caliente	285	1
Banda de entrada al ciclador de cajas en avería	234	1

El CERMEX es uno de los equipos más complejos de la línea y al analizar la tabla 2.5 y la figura 2.9 se observa que las principales causas por la cual se debe detener el equipo son por nylon enrollado en los rodillos del carrito (79 paradas, 23 horas fuera de servicio, representando aproximadamente un 20 % del total), fallo del variador en el túnel de calor (3 paradas, 17 horas fuera de servicio, un 15 % del total) y eje del K-7 atascado (2 paradas, 15 horas fuera de servicio, un 13 % del total).



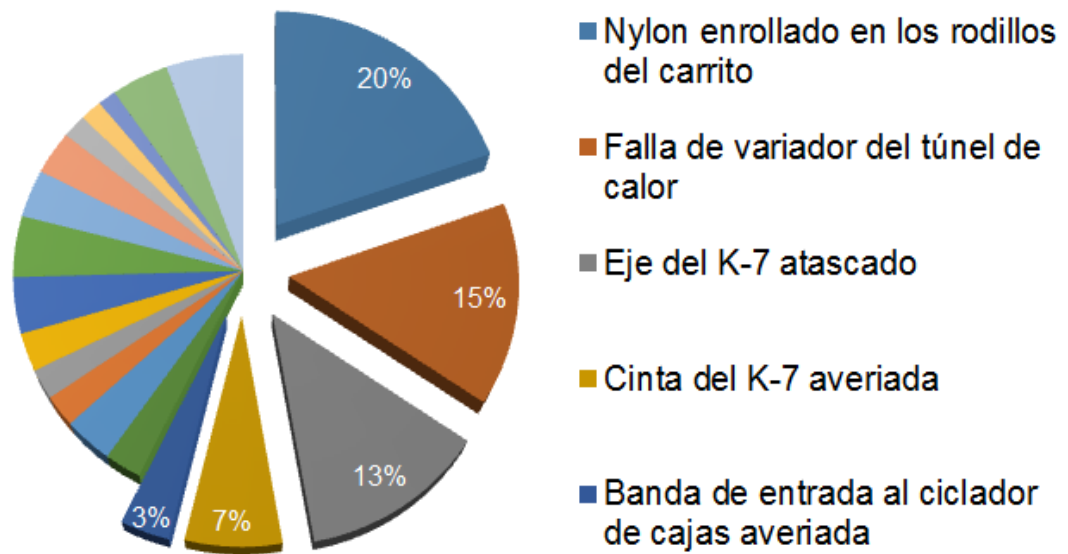


Figura 2.9 Fallos en CERMEX con respecto al tiempo de indisponibilidad %. Fuente elaboración propia

En el caso de los índices de funcionalidad del CERMEX expuestos en la tabla 2.6 se aprecia que los fallos mecánicos presentan el mayor tiempo fuera de servicio con 193,50 horas, así como, la menor disponibilidad del equipo con un 90,1 %, siendo los fallos que más se repiten con 656 paradas lo que genera un bajo tiempo promedio entre fallos de 10,5 horas, sin embargo el tiempo promedio para reparar más elevado lo tiene los fallos automáticos con 345 minutos, debido principalmente a problemas relacionados con los sensores de presencia.



Tabla 2.6 Índices de funcionabilidad del CERMEX. Fuente elaboración propia

Tipo de fallo	Ocurrencia de fallos	Tiempo de Disponibilidad Técnica (h)	Tiempo medio entre fallos (MTBF) (h)	Tiempo medio para reparar (MTTR) (h)	Fiabilidad %	Disponibilidad Técnica %
Mecánico						
193,50	656	8 033,4	10,5	0,51	97,2	90,1
Automático						
21,23	59	8 220,9	117,4	5,75	99,6	93,4
Instrumentación						
73,73	113	8 162,9	61,2	3,00	98,9	92,6
Operacional						
50,90	382	8 188,0	18,1	0,88	99,2	93,0
CERMEX						
339,37	1 210	7 881,2	5,72	0,28	95,1	88,8

2.7 Análisis de los datos de trabajo del depaletizador.

El depaletizador es la primera máquina que interviene en el proceso y es el encargado de suministrar al transportador las latas vacías para su posterior llenado, empaclado y paletizado.

Esta máquina se considera como una de las críticas de la línea representando el 57 % del total del tiempo fuera de servicio de la línea, estuvo 302,98 horas fuera de servicio, de ello estuvo parada 77,85 horas por problemas mecánicos, 82,73 horas por problemas automáticos, 124,18 horas por instrumentación, 18,22 horas por problemas operacionales. De esta manera se presentan las fallas en el depaletizador.



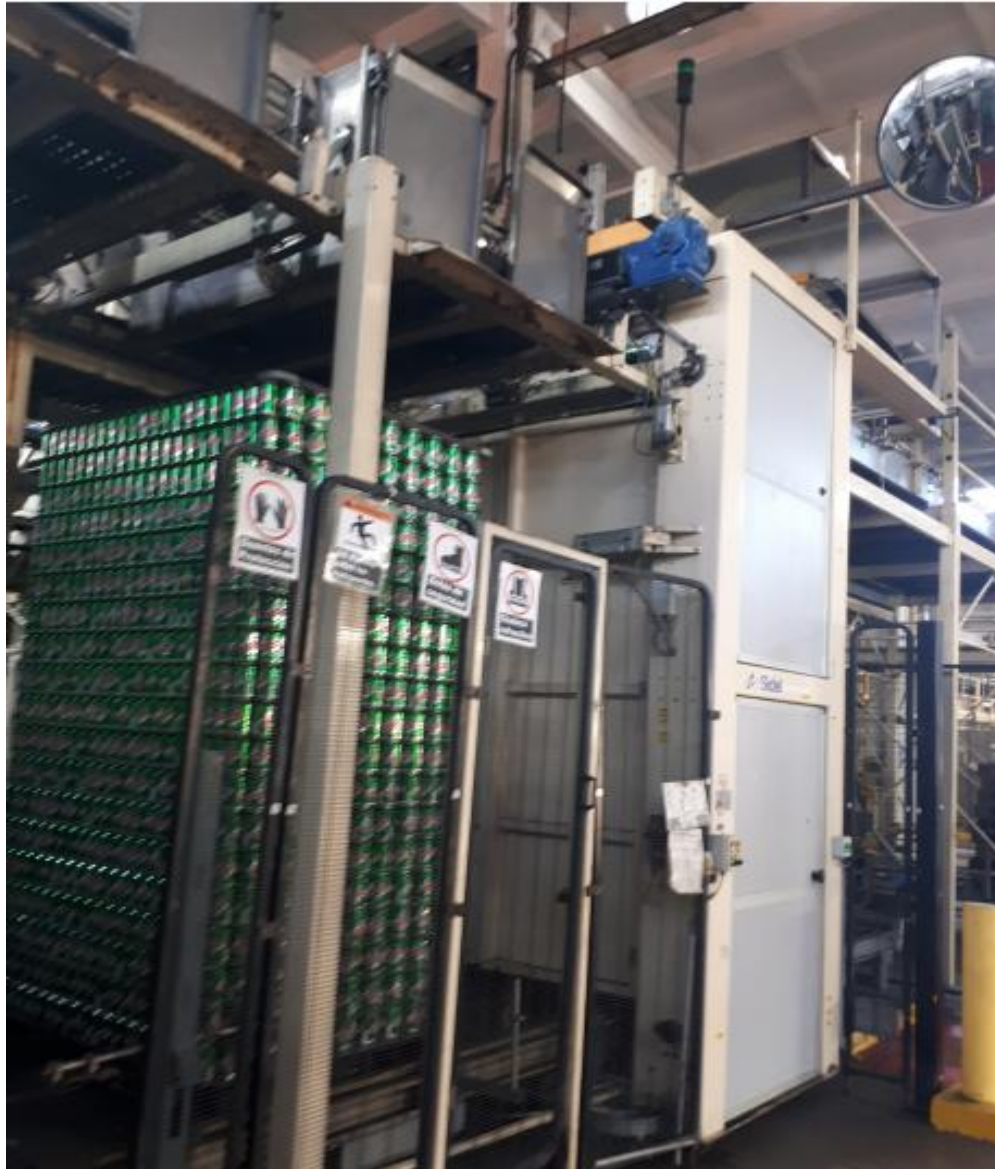


Figura 2.10 Depaletizador. Fuente elaboración propia

2.7.1 Proceso de trabajo del Depaletizador

El depaletizador retira capa a capa y la lámina separadora, posiciona las latas en el transportador que alimenta a la línea y desplaza la paleta vacía hasta un almacén dispuesto para tal fin. Se compone de un dispositivo empujador o *pusher* que tiene el ancho del *pallet* y que permite empujar los distintos pisos del mismo hacia la cinta transportadora. Una plataforma elevadora levanta el *pallet* para repetir el proceso con la fila situada justo en la parte inferior.



2.7.1.2 Determinación de los índices de funcionalidad del depaletizador

Se parte de la base de datos disponibles, se realiza la clasificación de los datos atendiendo a criterios de causas, por tiempos de fallos, cantidad de fallos, partes y piezas afectadas, se aprecia en la tabla 2.7 el fallo del equipo, cantidad de paradas y su tiempo indisponible, con estos datos se realiza el cálculo de los índices de funcionalidad del depaletizador. En la descripción del fallo cuando no se especifica y solo se pone el equipo, se refiere a fallos diversos; ejemplo fallos en las bombas, sensores, etc.

Tabla 2.7 Fallos en el depaletizador. Fuente elaboración propia

Fallos	Tiempo (min)	Ocurrencia
Quita marcos bloqueado	1440	100
Quita separadores bloqueados	309	4
Elevador de pallet, no baja en modo automático	185	5
Cilindro del empujador de cama	180	1
Manguera de la puerta de entrada del elevador en avería	30	1
Caída del activador del sensor de quita marcos	30	3
Vacuum Transfer	172	13
Empujador de cama bloqueado	69	5
Guía del empujador de cama bloqueado	202	11
Latas trabadas en el rincer	38	2
Pallet bloqueado en la entrada del elevador	184	7
Problemas con la fotocelda que da entrada y salida a los pallet de latas vacías	133	8
Problema con la uña del quita marco	18	1
Ajustes en la guía de la araña	25	1
Realizando ajuste en el coplin del motor	525	2
Correa principal del carro de separador de camas rota	256	1
Base de los cilindros del quita marcos partida	60	1
Sensor	49	3
Transportador de entrada a la llenadora parado	50	1
Ajustando base del quita marco fuera de lugar	142	6



Al analizar la tabla 2.7 y la figura 2.11 se concluye que los principales fallos del depaletizador recaen sobre el **quita marcos bloqueado** (100 paradas, 24 horas fuera de servicio, representando un 34 % del total), **quita separadores bloqueados** (4 paradas, 5 horas fuera de servicio, un 7 % del total) y **coplin del motor en avería** (2 paradas, 9 horas fuera de servicio, un 12 % del total). **Correa principal del carro del separador de cama en avería** (1 parada, 5 horas fuera de servicio, un 6 % del total. Entre ellos suman 106 paradas, 43 horas fuera de servicio, un 59 % del total de fallos del equipo y un 2,1 % del total de las fallas de la línea. Aunque reportan pocas horas fuera de servicio con respecto al total (sus interrupciones son mínimas), demoran en su restablecimiento manifestaciones como *pallet* bloqueado en la entrada del elevador.

% de fallos en el depaletizador

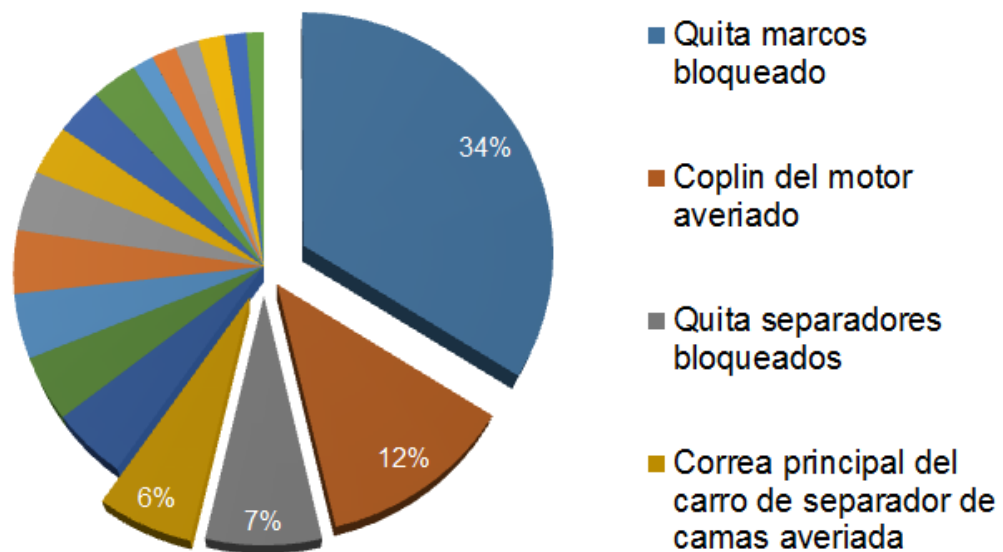


Figura 2.11 Fallos en el depaletizador con respecto al tiempo de indisponibilidad %. Fuente elaboración propia

Al analizar los índices de funcionalidad del depaletizador expuestos en la tabla 2.8 se observa que la instrumentación es el sistema que más paradas genera con 684 paradas, generadas principalmente por quitar marcos bloqueados y el bloqueo del quita separador de capas. El sistema de instrumentación el que más tiempo está fuera de servicio con



124,18 horas y unido a esto una baja disponibilidad del 91,9 % debido principalmente al cambio de piezas gastables como: coplin del motor, cardanes y rodillos.

Tabla 2.8 Índices de funcionabilidad del depaletizador. Fuente elaboración propia

Tipo de fallo	Ocurrencia de fallos	Tiempo de Disponibilidad Técnica (h)	Tiempo medio entre fallos (MTBF) (h)	Tiempo medio para reparar (MTTR) (h)	Fiabilidad %	Disponibilidad Técnica %
Mecánico						
77,85	287	8 158,3	24,1	0,27	98,9	92,6
Automático						
82,73	615	8 152,9	11,3	0,13	98,9	92,5
Instrumentación						
124,18	684	8 107,8	10,1	0,18	98,2	91,9
Operacional						
18,22	191	8 224,3	36,3	0,09	99,7	93,5
Depaletizador						
302,98	1 777	7 918,6	3,90	0,17	95,6	89,4

2.8 Análisis de los datos de trabajo de la llenadora de Latas.

Esta máquina se considera como una de las críticas de la línea representando el 73 % del total del tiempo fuera de servicio de la línea, estuvo 295 horas fuera de servicio, de ello estuvo parada 125,03 horas por problemas mecánicos, 29,38 horas por problemas automáticos, 60,27 horas por instrumentación, 80,32 horas por problemas operacionales, como se puede apreciar predominan los problemas mecánicos en este equipo, teniendo 504 paradas no planificadas. De esta manera se presentan las fallas en la llenadora de Latas.



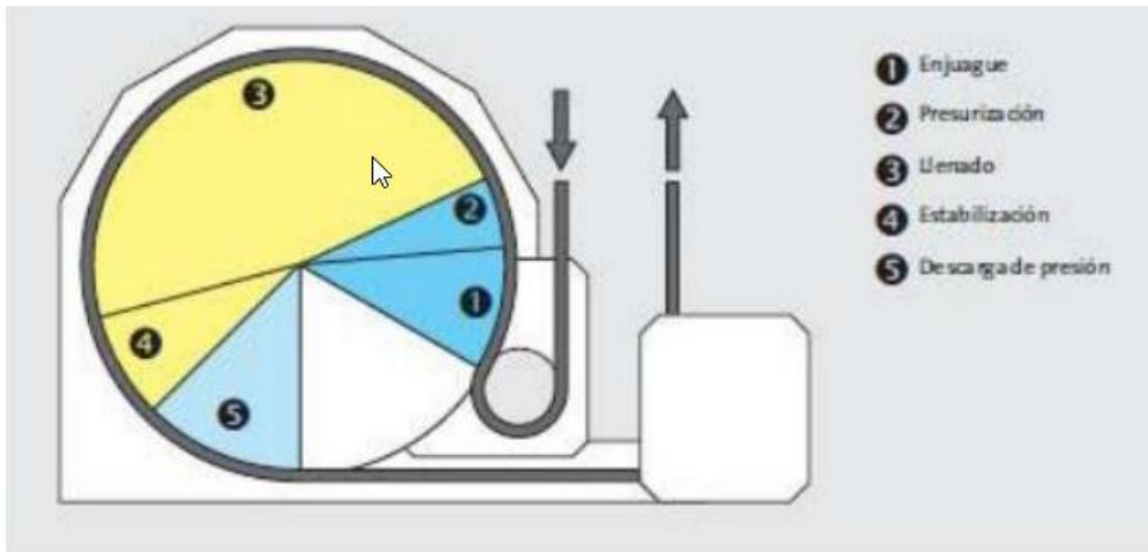


Figura 2.12 Fases del proceso de llenado de latas. Fuente Castellano Barrera Paloma 2011.

2.8.1 Proceso de trabajo de la llenadora

El llenado es la operación más importante del proceso de envasado, que consiste en llenar los envases bajo atmósfera (CO_2 ó N_2) consiguiendo el nivel adecuado. Por tanto, la misión principal de la llenadora (figura 2.13), es introducir en la lata un volumen constante de cerveza en condiciones tales que haya una ganancia mínima de oxígeno. Esto quiere decir, que hay que impedir que el aire se disuelva en la cerveza durante el llenado y quede aire en el gollete de la cerveza. Para ello, antes del llenado, se elimina el aire de la lata mediante un enjuague inyectando carbónico a presión, que desplazará el aire existente en la misma. Una vez enjuagada la lata se producirá el llenado, con cerveza que llega desde la bodega de filtrado a través de las tuberías a una temperatura de 3 ó 4 °C. Ésta es la temperatura a la que se produce el llenado.





Figura 2.13 Llenadora de latas. Fuente elaboración propia

Fases del proceso de llenado de latas:

1. Enjuague con CO₂

La estrella de entrada deposita las latas en los llamados platos porta-latas. Los platos porta-latas están montados sobre cilindros elevadores en el carrusel de llenado. Una vez transferida la lata al plato porta-lata, desciende tulipa o unidad centradora sobre el gollete de la misma (parte superior de la lata), colocándose la lata exactamente debajo de la válvula de llenado (grifos). La unidad centradora es la encargada de centrar el envase debajo de la válvula de llenado. Mediante una junta de la unidad centradora se conseguirá que la lata quede completamente hermética bajo la válvula de llenado. El objetivo de esta fase será reducir el porcentaje de aire contenido en la lata mediante vacío.

2. Presurización

Se abre la válvula del gas de presurización y el gas presuriza la lata hasta que se establece la presión de llenado.



3. Llenado

Se abre la válvula de producto y la válvula de gas de presurización. El producto entra desde la cámara dosificadora hasta la lata. El gas contenido en la lata vuelve al canal de gas a través de la válvula de presurización de gas.

4. Estabilización

Durante esta fase, el producto envasado tiene tiempo para estabilizarse.

5. Descarga de presión y llenado de la cámara dosificadora.

Se abren las válvulas de descarga o despresurización. La sobrepresión existente dentro de la lata se escapa mediante el canal de retorno de gas y mediante el canal de gas inferior hasta el canal de descarga, y la presión dentro de la lata se reduce a la presión atmosférica.

Independientemente de la descarga, se llena de nuevo la cámara dosificadora hasta que se alcanza el nivel definido en el programa de llenado. De este modo, el sistema queda listo para proceder al llenado del siguiente envase.

Tras la despresurización, la estrella de transporte recoge la lata a la salida de la llenadora y la transporta a la tapadora.

2.8.1.2 Determinación de los índices de funcionabilidad de la Llenadora

Se parte de la base de datos disponibles, se realiza la clasificación de los datos atendiendo a criterios de causas, por tiempos de fallos, cantidad de fallos, partes y piezas afectadas, se aprecia en la tabla 2.8 el fallo del equipo, cantidad de paradas y su tiempo indisponible, con estos datos se realiza el cálculo de los índices de funcionabilidad de la llenadora. En la descripción del fallo cuando no se especifica y solo se pone el equipo, se refiere a fallos diversos; ejemplo fallos en las bombas, sensores, etc.



Tabla 2.8 Fallos en la Llenadora. Fuente elaboración propia

Fallos	Tiempo (min)	Ocurrencia
Mando de la válvula 77 en falla, dejando latas vacías	119	3
Cadena de transportación de llenadora a tapadora fuera de tiempo	282	11
Mando de las válvulas en falla	236	11
Falla en dispositivo Can Stop	195	3
Manguera de inyección de CO ₂ en avería	225	2
Motor de la llenadora en avería	184	2
Tornillo sinfín con desajuste en las pinzas	216	1
Válvulas de la llenadora en avería	293	7
Desajuste del cloche de transporte de llenadora a tapadora	106	1
Intercambiador congelado	85	3
Intercambiador con pase de glicol	300	1
Latas trabadas en la estrella de entrada de la tapadora	266	19
Llenadora con problemas en la válvula que deja pasar el CO ₂	278	3
Llenadora moliendo latas por falta de jabón de lubricación	313	14
Llenadora tirando latas vacías para la tapadora	83	2
Parada continua por lata trabada en la tapadora	227	8
Pérdida de la modalidad por mínima presión de CO ₂	86	5
Pistón del desmontaje con problemas dando falsa lata	154	2
Reductor de la tapadora a llenadora trancado	502	2
Bomba de cerveza dejando de halar	135	7
Realizando esterilización de la llenadora	345	3

Al analizar la Tabla 2.8 y la figura 2.14 se concluye que los principales fallos de la llenadora recaen sobre el **reductor de la tapadora a llenadora trancado** (2 paradas, 21 horas fuera de servicio, representando un 10 % del total), **cadena de transportación de llenadora a tapadora fuera de tiempo** (14 paradas, 7 horas fuera de servicio, un 9 % del total) y **realizando esterilización de la llenadora** (3 paradas, 6 horas fuera de servicio, un



7 % del total). **Cambiando mando de válvulas de la llenadora** (11 parada, 10 horas fuera de servicio, un 6 % del total. Entre ellos suman 30 paradas, 44 horas fuera de servicio, un 15 % del total de fallos del equipo y un 2,2 % del total de las fallas de la línea. Aunque reportan pocas horas fuera de servicio con respecto al total (sus interrupciones son mínimas), demoran en su restablecimiento algunas labores de mantenimiento como el cambio mando de las válvulas.

% de fallos de la llenadora

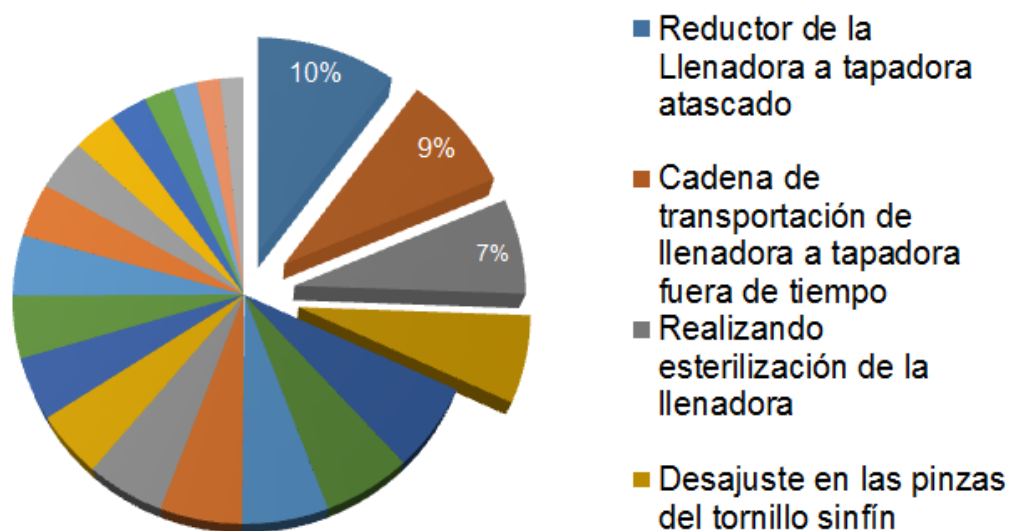


Figura 2.14 Fallos en la llenadora con respecto al tiempo de indisponibilidad %. Fuente elaboración propia

Al analizar los índices de funcionalidad de la llenadora expuestos en la tabla 2.9 se observa que es el sistema mecánico el que más paradas genera con 504 paradas generado principalmente reductor de la tapadora trancado y la llenadora moliendo latas por estar desajustado en tornillo sinfín, con 125,03 horas y unido a esto una baja disponibilidad del 91,4 % debido principalmente al cambio de piezas gastables como: coplin del motor, cardanes y rodillos.



Tabla 2.9 Índices de funcionabilidad de la llenadora. Fuente elaboración propia

Tipo de fallo	Ocurrencia de fallos	Tiempo de Disponibilidad Técnica (h)	Tiempo medio entre fallos (MTBF) (h)	Tiempo medio para reparar (MTTR) (h)	Fiabilidad %	Disponibilidad Técnica %
Mecánico						
125,03	504	8 106,9	13,7	0,25	98,2	91,4
Automático						
29,38	166	8 211,9	41,7	0,17	99,6	93,3
Instrumentación						
60,27	135	8 177,7	51,3	0,45	99,1	92,9
Operacional						
80,32	739	8 155,6	9,4	0,11	98,8	92,6
Llenadora						
295,00	1 544	7 926,85	4,49	0,19	95,7	89,5

2.9 Análisis de los datos de trabajo de los Transportadores.

Esta máquina se considera como una de las críticas de la línea representando el 82 % del total del tiempo fuera de servicio de la línea, estuvo 189 horas fuera de servicio, de ella estuvo parada 112,62 horas por problemas mecánicos, 4,80 horas por problemas automáticos, 56,58 horas por instrumentación, 11,92 horas por problemas operacionales, como se puede apreciar predominan los problemas mecánicos en este equipo, teniendo 494 paradas no planificadas. De esta manera se presentan las fallas en los transportadores.

2.9.1 Proceso de trabajo de los transportadores

Los transportadores se instalan entre las diferentes máquinas que componen la línea, sirviendo de elemento de unión y sincronismo entre dos máquinas. La velocidad de los



transportes se fija mediante los variadores de velocidad y su puesta en marcha y paro, es a través de detectores de posición (final de carrera) y detectores ópticos (fotocélulas), que lo que indican es la presencia ó ausencia de lata en una zona localizada del transporte; concretamente, donde están ubicados.

El ancho de los transportes puede variar de una zona a otra, pero generalmente no cambia notablemente, salvo al final del transporte donde en un recorrido corto, pasa del ancho correspondiente, a un carril de un solo envase. Esto se debe a que la mayoría de las máquinas (enjuagadora-llenadora-cerradora, etc.) procesan los envases de uno en uno.



Figura 2.15 Transportadores de latas. Fuente elaboración propia

2.9.2 Determinación de los índices de funcionabilidad de los transportadores

Se parte de la base de datos disponibles, se realiza la clasificación de los datos atendiendo a criterios de causas, por tiempos de fallos, cantidad de fallos, partes y piezas afectadas, se aprecia en la tabla 2.9 el fallo del equipo, cantidad de paradas y su tiempo indisponible, con estos datos se realiza el cálculo de los índices de funcionabilidad de los Transportadores. En la descripción del fallo cuando no se especifica y solo se pone el equipo, se refiere a fallos diversos; ejemplo transportador de salida del rechazador de cajas (*FT System*) averiado.



Tabla 2.9 Fallos en los Transportadores. Fuente elaboración propia

Fallos	Tiempo (min)	Ocurrencia
Transportador de salida del rechazador de cajas (<i>FT System</i>) averiado	992	21
Cinta transportadora de salida del segundo soplador partida	287	7
Cadena de transporte de salida del <i>Vacuum Transfer</i> fuera de lugar	284	1
Rodillo de la banda de entrada al Paletizador partido	281	3
Motor soplador de latas trancado	272	1
Motor del transportador del CERMEX no funciona	190	1
Rotura del transportador de entrada al paletizador	187	4
Motor del transportador del depaletizador quemado	172	1
Transportador de salida del pasteurizador partido	160	1
Transportador de la entrada al paletizador averiado	160	1
Rodamiento defectuoso en el reductor del transportador de salida de la llenadora	138	1
Motor del transportador de entrada al paletizador en falla	125	1
Cadena de transportador de salida del pallet trancado	120	1
Cinta transportadora del primer soplador tumbando latas	107	4
Transportador patinando	106	3
Latas trabadas en los transportadores	104	6
Rodillo de la banda de entrada al paletizador en avería	100	1
Cambiando rodillo de la banda de goma del transporte de salida de la Cermex	99	1
Guía metálica de la cadena transportadora doblada	88	2
Cadena de transferencia del transportador de salida de la llenadora partida	47	2
Latas vacías por salidero por la tapa	45	1
Banda transportadora del segundo soplador partido	40	1



Al analizar la Tabla 2.9 y la figura 2.16 se concluye que los principales fallos en los transportadores recaen sobre el **transportador de salida del Vacuum Transfer averiado** (20 paradas, 16 horas fuera de servicio, representando un 15 % del total), **transportador del vacuum transfer roto** (1 parada, 6 horas fuera de servicio, un 9 % del total) y **cinta transportadora del salida del segundo soplador partida** (7 paradas, 5 horas fuera de servicio, un 7 % del total). **Rodillo de la banda de entrada al paletizador partido** (3 parada, 5 horas fuera de servicio, un 6 % del total. Entre ellos suman 31 paradas, 26 horas fuera de servicio, un 14 % del total de fallos del equipo y un 1,2 % del total de las fallas de la línea. Aunque reportan pocas horas fuera de servicio con respecto al total (sus interrupciones son mínimas), demoran en su restablecimiento, por ejemplo, latas trabadas en los transportadores.

% de fallos de los transportadores

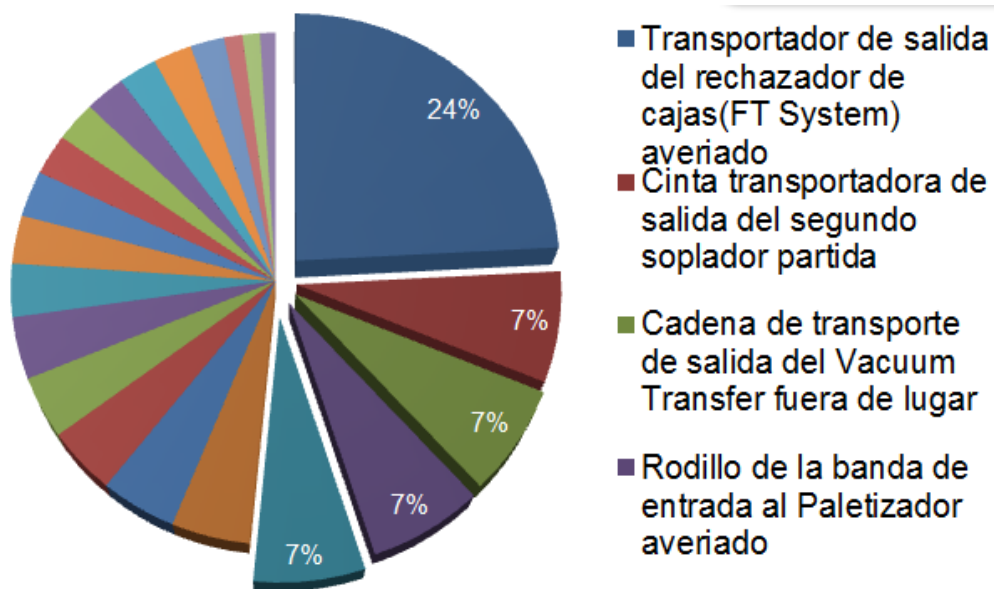


Figura 2.16 Fallos en los Transportadores con respecto al tiempo de indisponibilidad %. Fuente elaboración propia.



Tabla 2.10 Índices de funcionabilidad de los Transportadores. Fuente elaboración propia

Tipo de fallo	Ocurrencia de fallos	Tiempo de Disponibilidad Técnica (h)	Tiempo medio entre fallos (MTBF) (h)	Tiempo medio para reparar (MTTR) (h)	Fiabilidad %	Disponibilidad Técnica %
Mecánico						
112,62	494	8 120,4	14,0	0,22	98,4	92,1
Automático						
4,80	32	8 239,3	216,4	0,15	99,9	93,7
Instrumentación						
56,58	106	8 181,7	65,3	0,53	99,2	92,9
Operacional						
11,92	107	8 231,3	64,7	0,11	99,8	93,6
Transportadores						
188,87	746	8 038,3	9,3	0,25	97,2	91,0

3.1 Determinación de las medidas técnicas organizativas que aseguran la mejora del proceso

Las medidas técnicas organizativas que se proponen para mejorar el proceso son:

- Desarrollar métodos de mantenimiento predictivo.
- Elaborar un diagrama de Causa-Efecto para analizar a profundidad las causas y origen de los fallos.
- Aumentar el MTBF o tiempo medio entre fallos consecutivos.
- Proponer soluciones a los fallos detectados.

3.1.2 Implicación económica de los fallos

En la tabla 2.2 podemos observar que la disponibilidad de la línea es menor que la disponibilidad requerida para cumplir el plan del año 2018 siendo esta la línea más



eficiente de la fábrica, lo cual genera una pérdida económica de \$ 200 550 pesos cup para la fábrica y el país en general ya que Bucanero S.A. es única en su tipo en Cuba. La producción de cerveza en lata del año 2018 se cumplió en 99,9 % del plan.

3.2 Impacto ambiental

Según (Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para las fábricas de cerveza, 2007) las cuestiones ambientales relacionadas con la fase operativa de las fábricas cerveceras incluyen principalmente:

- Consumo de energía
- Consumo de agua
- Aguas residuales
- Residuos y derivados sólidos
- Emisiones al aire

La Fábrica de Cervezas Bucanero S.A. en la provincia de Holguín, promueve acciones para contribuir al ahorro de agua y energía eléctrica, como parte de los proyectos empresariales que contribuyen a proteger el entorno, mientras. Karenia Iburguren, especialista en gestión ambiental de esa entidad, señaló que estas alternativas se materializan a través de la desconexión de equipos cuando no son necesarios en el proceso productivo y la sustitución del alumbrado por tecnología LED. Subrayó que en la fábrica se monitorea constantemente en consumo de agua en diferentes áreas, con el objetivo de cumplir los indicadores establecidos, los cuales rigen el uso de 5,45 metros cúbicos de agua por cada hectolitro de cerveza. La empresa, explicó la especialista, fomenta además el aprovechamiento de los desechos resultantes del proceso productivo, entre ellos el afrecho o cáscara de la cebada, utilizado como alimento animal en el sector de la agricultura (Fernández Moreno, 2011).



CONCLUSIONES

1. En el análisis de los índices de funcionabilidad de la Fábrica Bucanero S.A. en el año 2018, permitió conocer que el paletizador presenta la disponibilidad más baja de los cinco equipos analizados con un 86,3 %, posee el menor TMEF y el TMPR del equipo depaletizador es el más bajo.
2. El análisis de criticidad a través de Pareto permitió conocer que el paletizador, CERMEX, depaletizador, llenadora y los transportadores, son los equipos más críticos de la línea de llenado sumando entre las cinco 1 644,24 horas fuera de servicio por mantenimiento correctivo y el 81,8 % del total acumulado.
3. Los principales fallos del Paletizador son el mal acomodo de cajas, brazo del rodamiento de la mesa de descarga partido y araña bloqueada al momento de colocar el separador en el *pallet*.
4. El CERMEX es uno de los equipos más complejos de la línea las principales causas por la cual se debe detener el equipo son nylon enrollado en los rodillos del carrito, ejes del K7 trancado y partido y falla del variador en el túnel de calor.
5. Los principales fallos en la llenadora recaen sobre el reductor de la llenadora trancado, llenadora moliendo latas por falta de jabón de lubricación y latas trabadas en la estrella de entrada de la tapadora.
6. Los principales fallos en los Transportadores sobre el transportador de salida del FT partido, transportador del vacuum transfer roto y cinta de salida del segundo soplador partida.



RECOMENDACIONES

1. Los resultados obtenidos inducen a reanalizar la efectividad de los sistemas actuales de mantenimiento, porque no cumplen con los requerimientos de explotación en las condiciones de nuestro país, empleando 2 012,83 horas en mantenimiento correctivo y solamente 432,88 horas en mantenimiento preventivo.
2. Determinar las tareas de mantenimiento para los equipos y sistemas más críticos de la línea de llenado.
3. Que el resultado del trabajo sea del conocimiento de los directivos de la fábrica de cervezas Bucanero S.A.



BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, N. M. (2015). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS DE CONTROL CRÍTICO PARA EL ÁREA DE ENVASADO DE LA CERVECERÍA REGIONAL*. Maracaibo.
- Amendola, L. (2002). *Diagnóstico de fallos por monitoreo de condición*. Valencia.
- Ascher, H., & Feingold, H. (1984). *Repairable system reliability*.
- Batista Rodríguez, C. (2000). *Contribución al diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para los centrales azucareros cubanos*. La Habana.
- Beverage HS Division . (1999). *Manual de uso y mantenimiento*. Verona.
- Bucanero S.A. (2018). *GePack Latas*. Holguín.
- Buechsel, A. (5 de Enero de 2014). Recuperado el Noviembre de 2017, de <http://proyectocontrolymejora.blogspot.com/2014/01/fase-iii-que-cambios-haremos-que.html?m=1>
- Cerveceros de España. Informe Socioeconómico del Sector de la Cerveza en España*. (2009). Madrid.
- Cerveceros*. (2014). Recuperado el Febrero de 2018, de http://www.cerveceros.org/cont_legal.asp
- Creus Sole, A. (2004). *Fiabilidad y seguridad*.
- De la Paz, M., & M., E. (2003). Actualidad y perspectivas del mantenimiento en los servicios públicos. *Curso de IV Congreso Cubano de Mantenimiento*.
- Digiscend*. (16 de Mayo de 2018). Obtenido de <http://digiscend.com/services/conveyor-belt/results>
- Dounce Villanueva, E. (1998). *La productividad en el mantenimiento industrial*. México: Continental, S.A.
- El mundo de la cerveza*. (2004). Barcelona: Editorial Orbis. ISBN 978-84-402-2429-3.
- elcubano intransigente*. (Mayo de 2014). Recuperado el Noviembre de 2017, de (<http://www.elcubano intransigente.com/2014/05/la-cervezas-bucanero-cristal-mayabe-y.html>)
- Encinas Beltrán, V. (2000). Mantenimiento basado en tecnología de avanzada: un enfoque para el próximo milenio. *Revista Mantenimiento. Costa Rica*.
- Eufic*. (2016). Recuperado el Febrero de 2018, de <http://www.eufic.org/article/es/artid/cerveza/>
- Fernández Moreno, J. (30 de Octubre de 2011). *"elartedelacerveza.blogspot.com"*. Recuperado el Enero de 2018



Fernández Cabanas, M. (1998). *Técnicas para el mantenimiento y diagnóstico de máquinas eléctricas*. Barcelona.

García Martín, R. (2002). *Fiabilidad (I): Conceptos básicos*.

García, S. (3 de Octubre de 2016). *Mantenimiento 3.0*. Recuperado el Noviembre de 2017, de <http://www.reporteroindustrial.com/blogs/Formulas-de-calculo-de-indicadores-de-disponibilidad+115450>

Gestioneoperaciones. (2004). Recuperado el Febrero de 2018, de <http://www.gestioneoperaciones.net/gestion-de-calidad/como-hacer-un-diagrama-de-pareto-con-excel-2010/>

Gómez, J. C. (2003). *Plataforma básica para un enfoque del mantenimiento centrado en la confiabilidad*. La Habana.

González Fernández, F. J. (s.f.). *Teoría y Práctica del mantenimiento industrial avanzado*. Madrid: Fundación Confemetal.

Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para las fábricas de cerveza. (30 de Abril de 2007). Recuperado el Febrero de 2018, de <http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/Environmental>

Hough, J. (2003). *Biotecnología de la cerveza y la malta*.

Huxley, S. (2001). *La cerveza. Un manual para cerveceros aficionados*.

Jackson, M. (2004). *El libro de la cerveza*.

Kamenitzer, S. E. (1985). *Organización, planificación y dirección de la actividad de las empresas industriales*. La Habana: Pueblo y Educación.

Lezana, E. (1996). Mantenimiento centrado en la fiabilidad. *Revista de mantenimiento. España*, 25-36.

Lourival Tavares. (1999). *Administración moderna de Mantenimiento*. Brasil: Editorial Novopolo.

Ministerio de Industrias. (20 de Mayo de 2016). Sistema de gestión de mantenimiento industrial.

Moncayo Calderón, G. D. (2004). *Mejora de la efectividad de una línea de embotellado de cervezas mediante la aplicación de TPM*. Sevilla.

Montgomery, D., & Runge, G. (1996). *Probabilidad y Estadística aplicadas a la Ingeniería*. California : McGraw-Hill.

Moráguez Iglesias, A. (s.f.). CURSO DE EXCEL APLICADO A LAS INVESTIGACIONES.

Moreno, G., & Tintó, A. (s.f.). *La cerveza artesanal. Como hacer cerveza en casa*.

Moubrary, J. (2002). *Reliability centered Maintenance*.



- Oramas, J. (Octubre de 2011). Recuperado el Noviembre de 2017, de granma: www.granma.cu/ La Cristal acepta el reto
- Paloma B. (Junio 2011). *Estudio de una línea de envasado y aplicación de la Metodología TPM para el aumento de su eficiencia, mediante la reducción de las pequeñas paradas en un equipo agrupador de envases de latas.*
- Pérez Jamarillo, C. (1999). *Elementos de medición y análisis de vibraciones en máquinas rotatorias.* La Habana.
- Portuondo Pichardo, F. (1995). *Selección y diseño de un sistema de mantenimiento.* La Habana: UNEXPO.
- Redondo Expósito, J. C. (2007). *Un modelo matemático óptimo de mantenimiento y fiabilidad aplicado a la aviación comercial.*
- Rey Sacristán, F. (1996). El TPM como herramienta práctica en un proyecto de mantenimiento industrial hacia la excelencia. *Revista de mantenimiento. España.*
- Sabrosia. (2016). Recuperado el Febrero de 2018, de <https://www.sabrosia.com/2012/08/los-origenes-historicos-de-la-cerveza>
- Sotuyo Blanco. (2000). *Mantenimiento Clase Mundial. Asociación de ingenieros del Uruguay.*
- Sotuyo Blanco, C. (2002). Recuperado el enero de 2018, de <http://mipagina.cantv.net/moacom/mantenim.htm>
- Tavares de Carvalho, L. (1994). *Mantenimiento en empresas competitivas. Revista Mantenimiento. Chile.*
- UNE 21-925-94. (1994). Análisis por árbol de fallo (AAF). *Norma Española, 2-7.*
- UNE-EN 133006. (2002). *Terminología de mantenimiento.* Madrid: AENOR.
- Vogel, W. (2003). *Elaboración casera de cerveza.*
- Webb, T., & Beaumont, S. (2006). *Atlas mundial de la cerveza.*
- Wikipedia. (2016). Recuperado el Febrero de 2018, de es.wikipedia.org/wiki/cervecería
- Wikipedia. (2016). Recuperado el Febrero de 2018, de [es.wikipedia.org/wiki/Historia de la cerveza](http://es.wikipedia.org/wiki/Historia_de_la_cerveza)



A N E X O S

Anexo 1. Representación parcial de la base de datos del Paletizador (Bucanero S.A., 2018)

Filter		Sort Date		PRINT	SAVE AS	Note		
Date	Hour	Tim	Area	Equipment	Equipme	Component	Pl	Comments
07/1/2018	14:00	180	Instrumentation	Paletizador				salidero de aire en los cilindros de el paracaídas de lo cual no entra a la valvula de apertura
15/1/2018	14:00	83	Mechanics	Paletizador				Base del rodamiento de la mesa de descarga del Paletizador partida
18/1/2018	02:01	227	Instrumentation	Paletizador				Mesa del paletizador bloqueada
18/1/2018	22:55	52	Instrumentation	Paletizador				Conector de una de las patas de grulla del paletizador roto no se encontraba uno para sustituirlo
19/1/2018	00:03	97	Instrumentation	Paletizador				Cambiando electrbalbulas del machete que aguanta las cajas al pasar al empujador
19/1/2018	04:09	54	Instrumentation	Paletizador				Mesa del paletizador bloqueada no trabaja en automatico ni manual
30/1/2018	04:54	52	Mechanics	Paletizador				Se tranco uno de los tubos del combinador de cajas viandolos se sacaron para enderesarlos
30/1/2018	15:25	90	Instrumentation	Paletizador				Mesa de Paletizador bloqueada. Se le tuvo que poner nuevo programa.
30/1/2018	16:55	294	Instrumentation	Paletizador				Mesa de Paletizador bloqueada. Se le tuvo que poner nuevo programa.
30/1/2018	23:42	56	Instrumentation	Paletizador				Interfainer bloqueado sensor de subida y bajada en falla
03/2/2018	22:00	66	Automation	Paletizador				Mal acomodo de cajas
08/2/2018	03:37	120	Mechanics	Paletizador				Maquina parada sin alarmas
14/2/2018	11:12	125	Mechanics	Paletizador				Problemas con los paracaídas, la mesa no bajaba
18/2/2018	18:20	156	Automation	Paletizador				Al cambiar el pallet de separadores la maquina se fue de ciclo, hubo que transferir programa
18/3/2018	04:13	75	Mechanics	Paletizador				Piston del paracaídas trancado
18/3/2018	19:04	61	Automation	Paletizador				Maquina parada sin alarma por que los cilindros de paracaída no liberaban el sensor y la misma
19/3/2018	15:26	70	Instrumentation	Paletizador				Ventosas de araña de colocar separadores tupida se tuvo que desarmar y lavar y limpiar.
22/3/2018	06:00	70	Instrumentation	Paletizador				Variador del motor de entrada al paletizador en falla
22/3/2018	20:50	68	Instrumentation	Paletizador				Problemas con la araña no coge el interlayne
27/3/2018	22:54	120	Mechanics	Paletizador				Se cayeron unos rodillos y se doblaron en el cominador de cajas
29/3/2018	08:08	52	Instrumentation	Paletizador				Maquina fuera de ciclo se le tuvo que realizar manual todo el ciclo nuevamente y luego poner de
02/4/2018	19:45	87	Mechanics	Paletizador				Tacones del intercambiador de cajas en el paletizador sañados y se tranco con los demas
02/4/2018	22:00	190	Mechanics	Paletizador				Tacones del intercambiador de cajas en el paletizador Paridos y provoco el bloqueo de los
06/4/2018	14:20	60	Mechanics	Paletizador				Mal acomodo de la cama en el pallet, guias sujeta capas bloqueada
06/4/2018	17:29	50	Mechanics	Paletizador				Seguridad bajada, problemas en paracaídas
18/4/2018	15:08	60	Operational	Paletizador				Maquina sin operador el operador que estaba no espero el relevo

Anexo 2. Representación parcial de la base de datos del CERMEX (Bucanero S.A., 2018)

Filter		Sort Date		PRINT	SAVE AS	Note		
Date	Hour	Tim	Area	Equipment	Equipme	Component	Pl	Comments
13/1/2018	17:11	33	Mechanics	Tres en uno				K7 fuera de tiempo, mecanico intervino
16/1/2018	00:19	60	Automation	Tres en uno				Problemas con el nylon GV fuera de parametros
31/1/2018	20:26	32	Mechanics	Tres en uno				Lata atrasadas en el K 7 , mecanico ajusto.
01/2/2018	00:20	48	Mechanics	Tres en uno				Limpiando y ajustando cintas del K-7
02/2/2018	22:00	56	Mechanics	Tres en uno				Cermex , Ajustando las cintas del K 7 por estar dejando una lata atrasada.
08/2/2018	14:00	120	Mechanics	Tres en uno				Cambiando banda transportadora despues del K-7
21/2/2018	22:55	31	Instrumentation	Tres en uno				Haciendo ajustes para el nylon en cermex
01/3/2018	01:03	52	Mechanics	Tres en uno				Tensando cintas del K-7
01/3/2018	08:31	45	Mechanics	Tres en uno				Tensando cintas del K-7
01/3/2018	08:36	65	Mechanics	Tres en uno				Cambiando cintas del K7
11/3/2018	14:26	35	Mechanics	Tres en uno				Ajustado los rodillos del nylon y cambiandole la temperatura al tunel por cambio de nylon
19/3/2018	04:12	31	Mechanics	Tres en uno				Baston del secuenciador del nylon suelto se cambio por otro
29/3/2018	06:05	32	Instrumentation	Tres en uno				Cermex , limpieza de carrito y bandas de interior por empegotamiento de la maltina.
08/4/2018	15:36	42	Instrumentation	Tres en uno				Videos jet de la cermex rotos
15/4/2018	16:57	70	Automation	Tres en uno				Cermex fuera de ciclo
16/4/2018	01:18	40	Mechanics	Tres en uno				Nylon enrollado en los rodillos del carrito desplazador.
16/4/2018	13:26	30	Automation	Tres en uno				Maquina parada sin alarmas
16/04/2018	14:23	83	Instrumentation	Tres en uno				Problemas de comunicacion de los sensores de la salida del tunel con la maquina
19/4/2018	03:06	82	Automation	Tres en uno				Perdida de comunicacion de la maquina con los transportadores, linea apagada completa
06/5/2018	06:00	130	Instrumentation	Tres en uno				Falla de corriente en el cable principal que suministra a los variadores de la cermex
19/5/2018	18:30	30	Mechanics	Tres en uno				Cermex , nylon enrollado en los rodillos y la cuchilla no lo corto lo cual safo de su base la vanilla
27/5/2018	17:45	45	Mechanics	Tres en uno				Cortando y ajustando banda transportadora que se encuentra antes del ciclador de
01/06/2018	12:35	36	Mechanics	Tres en uno				Se safo de un lado una de las barillas del ciclador y se metio por debajo de la banda, el
06/06/2018	16:14	180	Instrumentation	Tres en uno				Motor salida tunel de la cermex parado
13/06/2018	15:59	32	Instrumentation	Tres en uno				Problemas con el tunel , baja temperatura del misma
13/6/2018	18:54	35	Instrumentation	Tres en uno				Conexando un cable del la cermex que lleva 24 a los relex que alimentan la resistensia del



Anexo 3. Representación parcial de la base de datos del Depaletizador (Bucanero S.A. 2018).

Filter			Sort Date		PRINT	SAVE AS	Note	
Date	Hour	Tim	Area	Equipment	Equipme	Component	Pl	Comments
15/1/2018	10:29	44	Instrumentation	Depaletizador				Quitamarco bloqueado.
19/1/2018	15:28	50	Instrumentation	Depaletizador				Bloqueo de la araña antes de llegar al almacén de separadores.
19/1/2018	16:09	149	Instrumentation	Depaletizador				Bloqueo de la araña antes de llegar al almacén de separadores.
21/2/2018	20:31	40	Mechanics	Depaletizador				Acomodador Nro. 1 atrsado
12/3/2018	02:29	40	Mechanics	Depaletizador				Ajustando base de quitamarco fuera de lugar y cambiando base de teto de aire por estar
17/3/2018	09:02	40	Mechanics	Depaletizador				Mue las que sujeta los separadores falta de pasadores se la colocaron nuevos.
06/4/2018	18:24	32	Instrumentation	Depaletizador				Stopper salida de paletas bloqueado, manguera safada
18/4/2018	00:48	180	Mechanics	Depaletizador				Problema con el cilindro del empujador de cama, reparacion del mismo.
02/5/2018	16:34	30	Instrumentation	Depaletizador				Cambiando manguera de la puerta de la entrada del elevador del depaletizador
03/5/2018	01:01	30	Instrumentation	Depaletizador				Manguera de una de las puertas del elevador en depaletizador rota, la puerta no abria
04/5/2018	11:06	40	Mechanics	Depaletizador				Falta de las seji las en las pinzas del cilindro que sujetan los separadores de camas y una de
01/6/2018	03:26	60	Mechanics	Depaletizador				Se partió la base de uno de los cilindros del quita marcos
16/6/2018	02:41	32	Automation	Depaletizador				Quitamarco bloqueado.
27/6/2018	14:44	45	Instrumentation	Depaletizador				Buscando problemas de la ventozas que soltaba el separador ,problemas con la rosca del
03/07/2018	16:11	45	Operational	Depaletizador				Paintando techo tramo encima del Bacutranfert
06/8/2018	06:00	480	Mechanics	Depaletizador				Realizando el ajuste de el coplin de motor de cinta transportadora que mueve la araña
06/8/2018	14:00	45	Mechanics	Depaletizador				Realizando el ajuste de el coplin de motor de cinta transportadora que mueve la araña
14/8/2018	14:11	50	Instrumentation	Depaletizador				Trasportador de entrada a la llenadora parado
20/8/2018	16:23	130	Mechanics	Depaletizador				Cambiando de posicion rodamientos del sistema del quitamarcos y quitacarton
20/8/2018	18:33	30	Instrumentation	Depaletizador				Ajustando 0 electronico del sistema de quitacarton y quitamarcos
23/8/2018	09:39	42	Instrumentation	Depaletizador				Quitamarcos bloqueado. Instrumentistas trabajando en la maquina.
27/8/2018	19:09	45	Mechanics	Depaletizador				Quita marco bloqueado y empujador moliendo latas
07/09/2018	10:28	50	Instrumentation	Depaletizador				Guía del empujador bloqueada. Cambio de sensor
05/10/2018	20:10	50	Instrumentation	Depaletizador				Problemas con el sensor de altura de los pallet
12/10/2018	22:30	70	Automation	Depaletizador				pallet trabado en el elevador y bloqueo el Encoder del Empujador de cama.
02/11/2018	10:59	46	Mechanics	Depaletizador				Desmontaje de la cadena de traslacion de los pallet de latas vacios

Anexo 4. Representación parcial de la base de datos de la Llenadora (Bucanero S.A. 2018)

Filter			Sort Date		PRINT	SAVE AS	Note	
Date	Hour	Tim	Area	Equipment	Equipme	Component	Pl	Comments
13/1/2018	14:04	65	Instrumentation	Llenadora				La maquina no retira las falsas latas en automatico el tecnico se encontraba en el comedor al
20/1/2018	07:12	30	Mechanics	Llenadora				Reparando can stop
04/2/2018	22:00	180	Instrumentation	Llenadora				Problemas con el panel tactil de la llenadora
08/2/2018	11:26	50	Mechanics	Llenadora				Cambiando el mando de la valvula 77 por estar dando lata vacia.
08/2/2018	16:01	41	Mechanics	Llenadora				Balbul 77 salia la lata vacia y se ajusto el patin del piston de apertura de las balbulas
13/2/2018	23:50	85	Mechanics	Llenadora				Cadena de transportacion de llenadora a tapadora fuerra de tiempo y estaba machacando latas
19/3/2018	22:40	30	Operational	Llenadora				Realisando corte de produccion de la CR y empesando limpieza fisica en la llenadora
05/4/2018	09:27	40	Mechanics	Llenadora				Cambiando camstop en la llenadora
10/4/2018	19:31	120	Operational	Llenadora				Realizando estelizacion en llenadora por haber realizado cambios en la valvula interna 44
11/4/2018	17:57	60	Mechanics	Llenadora				Cambiando el mando y la guia de la valvula No 45 , por pirem.
12/4/2018	01:01	33	Mechanics	Llenadora				Macánico revisando válvulas 44 y45,se cambio campana de la 45
20/4/2018	08:17	30	Instrumentation	Llenadora				sensor de puerta de frente de llenadora en falla se cambio.
02/5/2018	06:57	33	Mechanics	Llenadora				Diente de la cadena de friccion roto.
19/5/2018	22:02	31	Operational	Llenadora				Maquina parada por el operador
19/6/2018	16:36	35	Mechanics	Llenadora				Saliendo latas bacias de la llenadora se traban en la tapadora y en el bolteador
22/6/2018	14:00	45	Mechanics	Llenadora				Cadena de transportacion fuera de tiempo.
03/7/2018	02:43	50	Mechanics	Llenadora				Llenadora dando exceso de pirem. Buscando causas.
23/7/2018	16:00	120	Instrumentation	Llenadora				Cambio de la valvula de entrada de cerveza
27/8/2018	14:00	45	Mechanics	Llenadora				Cambiando tope de goma en el patin de llenado
30/8/2018	14:13	30	Mechanics	Llenadora				Cadena transportadora de la llenadora fuera de ciclo
04/9/2018	08:11	42	Instrumentation	Llenadora				Cintas en entrada a la llenadora en falla
09/9/2018	15:38	36	Mechanics	Llenadora				Llenadora tirando latas dobladas y vacias para la tapadora
10/9/2018	10:04	36	Mechanics	Llenadora				problemas con la llenadora moliendo latas
15/9/2018	00:21	50	Instrumentation	Llenadora				Sensor de una de las puertas traseras de la llenadora en falla
15/9/2018	01:11	42	Instrumentation	Llenadora				Llenadora no pone la modalidad,kitar falsa lata,el instrumentista está trabajando en ello
15/9/2018	01:53	50	Mechanics	Llenadora				Guía medialuna de entrada de la llenadora desajustada



Anexo 5. Representación parcial de la base de datos de los Transportadores
(Bucanero S.A. 2018)

Filter		Sort Date		PRINT	SAVE AS	Note		
Date	Hour	Tim	Area	Equipment	Equipme	Component	Pit	Comments
23/1/2018	19:02	60	Instrumentation	Transportadores				Motor de transportador salida cermex parado, faltaba la comunicacion entre fotoceldas y el
03/2/2018	19:32	42	Instrumentation	Transportadores				Nuevamente el variador del motor del transportador curva FT sistem disparado, por sobre calentarr
10/2/2018	07:39	120	Mechanics	Transportadores				Cadena del transportador selida de pallets trancada entre el sprot del rodillo y la guia
01/3/2018	02:21	35	Mechanics	Transportadores				Latas viradas trabadas en el alineador del soplador
04/3/2018	18:32	31	Mechanics	Transportadores				Cambiando cinta transportadora del transportados superior salida de la llenadora
24/4/2018	15:54	30	Operational	Transportadores				Limpieza de transportadores de entrada de Paletizador empegotados.
24/4/2018	21:12	30	Operational	Transportadores				Rodillos de paletizador de empegotados y los paquetes no caminaban.
25/4/2018	01:57	35	Instrumentation	Transportadores				Transportador de la curva despues del FTsistem se disparaba el motor continuamente probocando
10/5/2018	01:22	45	Mechanics	Transportadores				Latas vacias por salidero por la tapa trabandose en los sopladores y volteador.
19/5/2018	19:00	30	Mechanics	Transportadores				Transportador de entrada de primer soplador fuera de el esprot y se tuvo que recortar y ajustar.
20/5/2018	12:01	120	Mechanics	Transportadores				Se partio rodillo de la banda verde entrada al paletizador y banda en mal estado
21/5/2018	05:11	52	Mechanics	Transportadores				Transportador de salida de FTsistem partido.
22/5/2018	04:47	65	Mechanics	Transportadores				Transportador de salida de FTsistem partido.
18/6/2018	15:59	70	Instrumentation	Transportadores				Haciendo ajustes en soplador
10/8/2018	09:27	40	Automation	Transportadores				Se disparo un brequer de los trasportadores y los videos en dos ocaciones
13/8/2018	13:00	180	Mechanics	Transportadores				Problemas con los transportadore de la curva del fit sisten
20/8/2018	10:25	60	Mechanics	Transportadores				Cinta de transportador de salida de segundo soplador partida por desgaste , tiempo de uso.
21/8/2018	00:25	50	Mechanics	Transportadores				Se partio el transporte de la curva entre los dos sopladores
26/08/2018	08:48	35	Mechanics	Transportadores				Se partio cadena del transportador de entrada al paletizador
26/8/2018	22:40	40	Mechanics	Transportadores				Banda transportadora de salida de segundo soplador partido.
29/8/2018	15:25	65	Instrumentation	Transportadores				Motor de transportador salida paster averiado
29/8/2018	16:39	65	Instrumentation	Transportadores				Motor de transportador salida paster averiado
22/09/2018	13:30	30	Instrumentation	Transportadores				Falla en la fotocelda del ultimo transportador del Depaletizador
22/09/2018	14:02	46	Instrumentation	Transportadores				Sensor de entrada de latas a llenadora en falla
30/9/2018	02:23	36	Mechanics	Transportadores				Ajuste de guia de banda transportadora de entrada al paster.
30/9/2018	10:29	70	Mechanics	Transportadores				Trabajando en el transportador de entrada de cermex estaba montado encima del otro

