

Propuesta para incrementar la disponibilidad del equipo codificador Domino C16 de la línea de producción “Paleta 2” de la empresa Meals de Colombia S.A.S.

Andrés Ruiz Rojas

Omar Redondo Torres

Walter Ballén Gaitán

Universidad ECCI

Dirección de Posgrados

Especialización en Gerencia de Mantenimiento

Bogotá, D.C.

2019

Propuesta para incrementar la disponibilidad del equipo codificador Domino C16 de la línea de producción “Paleta 2” de la empresa Meals de Colombia S.A.S.

Andrés Ruiz Rojas

Omar Redondo Torres

Walter Ballén Gaitán

Trabajo presentado como opción de grado para optar al título de Especialista en Gerencia de Mantenimiento.

Asesor: Ing. Miguel Ángel Urián Tinoco

Esp. Gerencia de Mantenimiento

Universidad ECCI

Dirección de Posgrados

Especialización en Gerencia de Mantenimiento

Bogotá, D.C.

2019

Agradecimientos

En primer lugar, queremos agradecer Dios y a nuestra institución de formación por permitirnos dar un nuevo pasó para nuestra vida profesional y de esta manera conseguir un nivel de conocimiento el cual se pueda retribuir y aplicar a nuestra vida laboral y personal generando en nosotros fortaleza al afrontar problemáticas en diferentes escenarios y con esto obtener mejores oportunidades en nuestra vida laboral, académica, profesional y personal.

Una parte fundamental para alcanzar este objetivo fue el apoyo incondicional y constante de nuestras familias, ya que estuvieron desde el inicio de la toma de decisión de empezar una carrera profesional, brindando palabras de fortaleza y de aliento las cuales nos ayudaban y motivaban para seguir adelante y no decaer por más cansancio que sentíamos en nuestro cuerpo, donde cada día era una gran lucha para no desistir de nuestro objetivo principal como meta y que hoy en día ya la podemos visualizar, gracias al apoyo de todas estas personas que conforman nuestras familias durante el duro camino.

También queremos destacar la grande y fuerte labor de nuestros docentes y nuestro tutor, quien nos acompañó constantemente en la elaboración de este trabajo, dándonos las pautas adecuadas necesarias para cumplir con los objetivos y alcance de este mismo, nos dio aportes con nuevas ideas, nos corrigió cuando estábamos equivocados o desorientados en la implementación y también es importante resaltar la metodología implementada adecuada de presentación por el docente, para que este trabajo alcanzara los estándares requeridos por la universidad y así mismo fuera un excelente proyecto por parte de la institución.

Contenido

1	Título de la Investigación	6
2	Problema de investigación.....	6
2.1	Descripción del problema.....	6
2.2	Planteamiento del problema	7
2.3	Sistematización del problema.....	7
3	Objetivos de la Investigación	8
3.1	Objetivo general	8
3.2	Objetivos específicos.....	8
4	Justificación y delimitación	9
4.1	Justificación.....	9
4.2	Delimitación	10
4.3	Limitaciones	10
5	Marco conceptual	10
5.1	Estado del arte	10
5.1.1	Estado del Arte Local.....	11
5.1.2	Estado del arte Nacional	14
5.1.3	Estado del arte Internacional.....	17
5.2	Marco Teórico	22
5.2.1	Mantenimiento	22
5.2.2	Mantenimiento Predictivo.....	23
5.2.3	Mantenimiento Preventivo.....	23
5.2.4	Mantenimiento Correctivo	24
5.2.5	Análisis de Criticidad.....	24

5.2.6	Mantenimiento centrado en Confiabilidad (RCM)	25
5.2.7	Análisis de equipos.	25
5.2.8	AMEF	26
5.3	Marco normativo/legal	27
5.4	Marco Histórico.....	28
5.4.1	Misión	29
5.4.2	Visión.....	29
6	Marco metodológico.....	30
6.1	Recolección de la información.....	30
6.1.1	Tipo de investigación	30
6.1.2	Fuentes de obtención de la información	31
6.1.3	Herramientas	31
6.1.4	Metodología	31
6.1.5	Información recopilada	32
6.2	Análisis de la información.....	34
6.2.1	Análisis Historial de Fallas	34
6.3	Propuesta(s) de solución.....	35
7	Impactos esperados/generados	40
8	Análisis financiero.....	41
9	Conclusiones y recomendaciones	44
9.1	Conclusiones	44
9.2	Recomendaciones.....	44
10	Bibliografía	46

1 Título de la Investigación

Propuesta para incrementar la disponibilidad del equipo codificador Domino C16 de la línea de producción “Paletera 2” de la empresa Meals de Colombia S.A.S.

2 Problema de investigación

2.1 Descripción del problema

Meals de Colombia S.A.S. Crem Helado es una compañía líder del grupo Nutresa, dedicada a la fabricación y comercialización de productos de excelente calidad para lo cual cuenta con un sistema de codificación para llevar una trazable del producto conforme lo estipula el ministerio de la protección social mediante la resolución 005109 del año 2005, donde se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado que deben cumplir los alimentos envasados y materias primas de alimentos para consumo humano. Este proceso de codificado tiene una prioridad alta (prioridad A) para el sistema de gestión de calidad, y hasta hace unos años se inició la priorización en las actividades de mantenimiento; sin embargo, esta planta no cuenta con un plan de mantenimiento para equipos codificadores Domino C16, ni se lleva una trazabilidad del mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo para estos activos, lo cual conlleva una baja disponibilidad que los equipos, generando paradas por avería y ocasionando grandes pérdidas económicas.

Actualmente el área encargada no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, por este motivo se presentan problemas que llevan a disminuir la disponibilidad del equipo, aumentando su deterioro y reduciendo la vida útil.

La falta de una buena gestión y planificación de mantenimiento preventivo está generando fallas repentinas que afectan la disponibilidad, confiabilidad y productividad de la maquinaria, impactando negativamente su rentabilidad, el nivel de calidad del producto, los indicadores de gestión y su operación normal en la producción, ya que al deteriorarse los equipos pierde las facultades para realizar tareas dentro de los parámetros de precisión establecidos; actualmente para solucionar estas fallas se recurre al mantenimiento correctivo lo cual genera un retraso en la ejecución de órdenes de trabajo, sobrecostos por mantenimiento y tiempos de paradas excesivos por falta de repuestos, conocimiento e insumos necesarios para poder dar solución a las averías en los equipos en el menor tiempo posible.

2.2 Planteamiento del problema

Teniendo en cuenta la descripción presentada en el numeral anterior se propone la pregunta de investigación:

¿Cómo optimizar la disponibilidad del equipo codificador Domino C16 de la línea de producción “Paletera 2” de la empresa Meals de Colombia S.A.S.?

2.3 Sistematización del problema

- ¿Cuáles son las causas de la baja disponibilidad en el sistema de codificado en la línea de producción “Paletera 2” de la empresa Meals de Colombia S.A.S.?

- ¿Qué impactos generan la baja disponibilidad del sistema de codificación en la línea de producción “Paletera 2” de la empresa Meals de Colombia S.A.S.?
- ¿Cuál es la solución más adecuada para incrementar la disponibilidad del sistema de codificación en la línea de producción “Paletera 2” de la empresa Meals de Colombia S.A.S.?

3 Objetivos de la Investigación

3.1 Objetivo general

Generar un plan de mantenimiento para optimizar la disponibilidad del equipo Domino C16 en la línea de producción “Paletera 2” de la empresa Meals de Colombia S.A.S.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar las causas de la baja disponibilidad en el sistema de codificado en la línea de producción “Paletera 2” de la empresa Meals de Colombia S.A.S.
- Caracterizar los impactos de la baja disponibilidad en el sistema de codificado en la línea de producción “Paletera 2” de la empresa Meals de Colombia S.A.S.
- Proponer una solución adecuada para incrementar la disponibilidad del sistema de codificación en la línea de producción “Paletera 2” de la empresa Meals de Colombia S.A.S.

4 Justificación y delimitación

4.1 Justificación

Las grandes industrias del sector de alimentos manejan diferentes tipos de codificación de sus productos dependiendo la necesidad y los materiales o recipientes que se deben marcar

En la actualidad existen algunas condiciones que la planta de producción no tiene mapeadas y claro conocimiento de por qué suceden y los respectivos mantenimientos que se deben realizar a los diferentes activos, lo que implica deficiencia o falla en el plan de mantenimiento de la compañía.

La propuesta de este documento está basada en la implementación de procesos que faciliten y orienten acerca de los paros más recurrentes en los equipos de codificación de la línea de producción “Paletera 2” de la empresa Meals de Colombia S.A.S.

La mejora del plan de mantenimiento consiste en tener claros las causas por las cuales el activo se detiene o va a falla, poder implementar capacitaciones, mejoras en el plan de mantenimiento y una revisión a las actividades que se tienen hoy día al mantenimiento predictivo y correctivo y de esta manera minimizar los tiempos de parada en la línea de producción “Paletera 2”.

Para llevar a cabo esta investigación es necesario recolectar información la cual se presente en la línea de producción y nos facilitara analizar las cifras que nos arrojan los paros de productividad y paros por mantenimiento con los que la compañía cuenta y que son tomados de forma directa en el proceso en donde se ve recurrente la falla y en la cual la investigación del proyecto hace foco en la mejora, saber cuáles son las fallas más críticos y en donde se hará la implementación y

adecuación de la investigación a implementar, con el ánimo de mejorar esta línea de producción del área productiva de la compañía Meals de Colombia S.A.S.

4.2 Delimitación

Esta investigación se llevará a cabo en la sede floresta de la compañía Meals de Colombia S.A.S. del grupo NUTRESA ubicada en la Calle 98 # 70 – 90 en la ciudad de Bogotá, específicamente en la línea de producción “Paletera 2” con el equipo codificador Domino C16; teniendo como base de estudio la información recolectada desde el año 2016 al 2018.

4.3 Limitaciones

Para el presente desarrollo de investigación no se conoce limitante alguna.

5 Marco conceptual

5.1 Estado del arte

Los documentos consultados fueron extraídos de proyectos de grados de la Universidad ECCI, documentos a nivel nacional y documentos internacionales, los cuales están directamente relacionados con el tema propuesto, por ende, menciona lo principal de cada trabajo y el aporte para esta investigación.

5.1.1 Estado del Arte Local

Los ingenieros de la Universidad ECCI Raúl Romero y Antonio Páez, basaron su proyecto llamado “Diseño de un modelo de mantenimiento con herramientas de clase mundial aplicable a la central Hidroeléctrica de Santa Ana” en el año 2011; es basada en una necesidad del sistema de acueducto y Alcantarillado de Bogotá, esto con el fin de generar una mejor manera y este sea más eficiente más la gestión del Mantenimiento. Dicha propuesta de una estrategia se basa en estrategias las cuales son: parte Humana, los equipos y el medio ambiente; dando a conocer la metodología de las 5S y generando un sistema de criticidad, como herramienta de RCM. Esto para llevar una trazable del proyecto y comportamiento del mismo.

Tomando como ejemplo dicho proyecto podemos basarnos en la empresa Meals de Colombia S.A.S., tomando las metodologías ya implementadas como lo son 5s y TPM para dar mayor efectividad a la implementación de dicho proyecto, guiándonos en su consecución he implementación del mismo. (Romero & Páez, 2011)

Los ingenieros de la Universidad ECCI Rodrigo Sánchez y Néstor García; presentaron su proyecto llamado “Manual de instalación, Mantenimiento preventivo y correctivo para UPS’S Soltec modelo ALP” en el año 2009; realizando unos procedimientos llevando a estandarizar los que ya estaban en uso en la empresa, esto con el fin que sean un método practico que permita implementar diversas Operaciones en forma eficaz.

Basado en ello la implementación del plan de mantenimiento en Meals de Colombia S.A.S. si no se cumple el plan este puede dar una baja confiabilidad de los equipos en este caso enfocado al fechado Domino C16. Con este proyecto podemos ver las formas de implementar dicho plan

para generar una mayor efectividad y disponibilidad del equipo de la línea. (García & Sánchez Guerrero , 2009)

En el año 2013 en la Escuela Colombiana de Carreras Industriales (ECCI) los ingenieros Sergio Raúl Corzo Muños y Edwin Gustavo Valenzuela Quijano “Diseño del Departamento de Mantenimiento” basados en los siguientes métodos : conocimiento del personal, asignación, segmentación del personal técnico, levantamiento de hojas de vida por equipo y listado de las diversas herramientas necesarias para cumplir a cabalidad con las tareas propuestas y equipos necesarios para optimizar el trabajo, se realizó un análisis de criticidad y la creación de un programa con una tendencia anual basados en un mantenimiento preventivo basado en confiabilidad.

Este proyecto sirve de guía para realizar los diversos análisis y para la creación de un cronograma de mantenimiento para el equipo domino C16 de la línea Paleta 2 de la empresa Meals de Colombia S.A.S. (Corzo Muños & Valenzuela Quijan, 2013)

En el año 2012, se da a conocer el proyecto en la Universidad ECCI, por los ingenieros Jefferson Alba y Alejandro Ardila; determinando pautas para las “Metodologías de gestión de activos”, dando a conocer los diferentes métodos y procesas de mantenimiento que llevan a ser más productivas en el momento de ser aplicados.

Vinculando a los diversos departamentos que deben estar asociados y alineados para realizar énfasis que todos los departamentos pueden estar unificados en busca de una solución

mancomunada, con el fin de llevar a cabo un plan de mantenimiento efectivo y exitoso; (Alba Ávila & Ardila Parada, 2012)

En el año 2017, los ingenieros de la Universidad ECCI Néstor Fuentes y Andrés Espitia; desarrollaron la propuesta “Propuesta modelo de mantenimiento para los equipos fechadores con tecnología CIJ”. Donde el objetivo específico es generar un propuesta de mantenimiento con base a fechadores Video jet 1520 y 1620 serie 1000 para poder este ser implementado a clientes a nivel nacional de la empresa MAPER S.A. donde se da capacitación al personal técnico de las diversas empresas dando un valor agregado a los diversos servicios que ofrece MAPER S.A. a sus clientes a nivel nacional donde su enfoque es generar un conocimiento en los sistemas de inyección de tinta por módulos de bombas así mismo un conocimiento el mantenimiento preventivo que se debe tener con el equipo sus cuidados generando un stock de repuestos que las empresas deben tener en el almacén para generar un mejor procedimiento a la hora de realizar los mantenimientos y optimizando el tiempo de la intervención. (Fuentes Fuentes & Espitai, 2017)

Siguiendo este proyecto en Meals de Colombia S.A.S cuenta con sistemas de codificación Video jet y debido a esto se puede hacer una guía en temas de repuestos críticos del sistema de codificación y efectividad del proyecto por otro lado se evidencia que la estructura de dicho proyecto se puede implementar de manera adecuada a este proyecto, aunque los sistemas de codificación son distintos el enfoque es el mismo.

5.1.2 Estado del arte Nacional

Los ingenieros Fabián Basabe Díaz y Manuela Bejarano García de la universidad Javeriana de Bogotá en el 2009 presentaron el trabajo de investigación titulado “Estudio del impacto generado sobre la cadena de valor a partir del diseño de una propuesta para la gestión del mantenimiento preventivo en la cantera salitre blanco de Aguilar construcciones S.A.” en el cual querían apuntar a la reducción de tiempos y costos a partir de la dirección de una buena logística para cada cadena del proceso de suministros, haciendo uso de estrategias de mejoramiento continuo en los procesos productivos e incremento de las actividades de mantenimiento preventivo y la corrección de planes de mantenimiento existentes. Basan sus criterios en el conocimiento que tienen de cada una de las operaciones y procesos de manufactura, distribución, manejo de materias primas, administración logística y la afectación que se tiene a nivel financiero, de rentabilidad e importancia a clientes. La falta de documentación de los procesos como lo es manejo de proveedores y gestión de mantenimiento, esta última afectando drásticamente los costos relacionados a esta labor, debido a que se opera de una forma de intervención de mantenimiento correctivo y se generan atrasos en la entrega final al usuario por falta de planeación y realización efectiva de un mantenimiento predictivo y preventivo. (Basabe Díaz & Bejarano García, 2009)

Es importante resaltar que una buena administración permite la mejora de prácticas no planificadas y la reducción de tiempos de parada o no aprovechamiento total de la capacidad instalada.

En el año 2014 el ingeniero León Augusto Martínez Giraldo de la Universidad Nacional de Colombia presento el trabajo de investigación titulado “Metodología para la definición de tareas de mantenimiento basado en confiabilidad, condición y riesgo aplicada a equipos del sistema de transmisión nacional” el cual consistía en el desarrollo en el uso de tecnologías al área de mantenimiento basadas en confiabilidad, análisis de riesgo y monitoreo a condición a equipos eléctricos para asumir una programación de actividades de mantenimiento; Tecnologías que entregan como resultado las tareas para evitar que ocurran las fallas, prioridades de las actividades de mantenimiento y de una manera poder extender la vida útil de los equipos reduciendo el porcentaje de probabilidad de fallo. Su estudio es aplicado para el linaje de interruptores con histórico de fallas desde 1999 hasta el 2013 dado que como es un sector público es uno de los obstáculos para la adquisición de tecnologías y nuevos recursos y poder ofrecer una mejor disponibilidad y servicio final. Se tiene presente y documentado que la recomendación por el fabricante para el mantenimiento de este tipo de activos o dispositivos es la capacitación del personal técnico y el uso de metodologías como mantenimiento centrado en confiabilidad. Con base en el historial de fallos de los equipos de investigación de estudio ellos analizaron las actividades periódicas y la frecuencia de intervención para optimizar su servicio y así calcular la probabilidad de falla y para las actividades no periódicas sugieren un análisis más completo donde se evalué el riesgo y criticidad dependiendo la prioridad. (Martínez Giraldo , 2014)

De la Universidad Tecnológica de Bolívar los ingenieros Hendersson Elberto Rodríguez González y Nelson Fernando Villalba Ospina en el año 2011 presentaron el trabajo titulado “Optimización del plan de mantenimiento del departamento de buceo y salvamento de la armada

nacional” en el cual buscaban poder desarrollar la optimización del plan de mantenimiento que existía, teniendo en cuenta las competencias, funciones y actitudes del personal del área de mantenimiento. (Rodríguez González & Villalba Ospina, 2011)

También se analizará el actual plan de mantenimiento, manuales, hojas de vida de los equipos y la implementación que tienen para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos garantizando calidad y reducción indicadores de accidentalidad.

La ingeniera Paola Juliana Uscategui Cristancho de la Universidad Industrial de Santander en el año 2014 presento una monografía titulado “Optimización del plan de mantenimiento del departamento de buceo y salvamento de la armada nacional” investigación que tenía como objetivo principal el diseñar una propuesta para mejorar la gestión de mantenimiento y controlar efectivamente la ejecución de actividades que sean programadas a los equipos; Mediante la implementación de la herramienta MP9 para el establecimiento de los mantenimientos, la buena documentación y las rutinas de mantenimiento y de esta manera programar, organizar y hacer seguimiento a los indicadores de gestión del departamento de mantenimiento. Al finalizar la investigación se exponen las ventajas de ser organizados y tener procedimientos para cada equipo y de enfocar las actividades con más tiempo de acuerdo al análisis de la falla, su corrección y las medidas para evitar que suceda nuevamente. (Uscategui Cristancho , 2014)

Los ingenieros Leydi Daniela Lugo Prieto, Wilmar Andrey Rincón Barrera y Ricardo Andrés Vargas Echavarría estudiantes de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en el año 2015 presentaron un trabajo titulado “Optimización de un plan de mantenimiento preventivo,

mediante análisis espacial” en el cual presentaron dos propuestas para optimizar el porcentaje de mantenimiento bajo un escenario de zonas de trabajo en las que se encuentran las estaciones distribuidas en la ciudad y la frecuencia con la cual deben de ser visitadas estas estaciones. Y la segunda propuesta bajo las condiciones similares a diferencia de que habría estaciones principales que requieren las visitas anuales. Lo que buscaban los estudiantes es la optimización de los recursos y planes de mantenimiento a determinado grupo de activos, disminuyendo recorridos innecesarios entre servicios y aprovechamiento de la capacidad de la flota de unidades móviles para dichas visitas de acuerdo a una programación preestablecida. (Lugo Prieto , 2015)

5.1.3 Estado del arte Internacional

El ingeniero José Grau Nogues de la Universidad Politécnica de Valencia en España, como opción de grado para obtener el título en Ingeniería Mecánica en el año 2017, desarrolló el trabajo denominado “Estudio de plan de mantenimiento de industria alimentaria”, en el cual buscó la elaboración de un plan de mantenimiento para una planta dedicada al proceso alimentario.

Grau inicio su estudio con las actividades de mantenimiento que se desarrollaron desde su apertura a partir del 2008, basándose en las tareas diarias y tareas periódicas, consiguiendo el detalle de las actividades realizadas por los técnicos de mantenimiento, como los son los tiempos en que se invertirían para cada actividad. Adicionalmente, desarrolló el método 5s, técnica originaria de Japón, la cual se basa en 5 principios con el fin de conseguir mejoras en la productividad y el ambiente laboral, basándose en lograr zonas de trabajo más limpios, organizados y ordenados, reduciendo el riesgo de accidentes y mejorando las condiciones y la

seguridad del trabajo; con este método realizó estados de referencia de cada uno de los equipos objeto de estudio. Así mismo, identificó las operaciones más importantes para establecer un control de las secciones respectivas, listando a los técnicos y cada actividad a desarrollar, para evaluar a los técnicos en cada operación y lograr una programación de aprendizaje.

Al finalizar lo anterior, desarrolló una ficha de la tarea a realizar para cada operación, indicando brevemente la tarea y el paso a paso a realizar, buscando disminuir el tiempo al ejecutar menos actividades y así, resaltar los ítems relevantes para mayor efectividad y eficiencia. Finalmente, Grau consiguió que el tiempo medio de parada disminuyera notablemente, ocasionando incrementos económicos y mejorando los índices de calidad. (Nogues , 2017)

De este estudio, se extracta para la presente investigación el análisis de las actividades de mantenimiento a través del tiempo, estudiar un plan de capacitación para el personal de mantenimiento y la propuesta de hojas de vida para el equipo objeto de estudio.

El ingeniero Marco Antonio Ochoa Fernández de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca en Ecuador, como opción de grado para obtener el título en Ingeniería Industrial en el año 2014, desarrolló el trabajo titulado “Proyecto para la elaboración de un plan de mantenimiento y manual de procedimientos en industrias Lacto”, en el cual buscó la elaboración de un plan de mantenimiento y manual de procedimientos para la empresa Industrias Lacto Cia. Ltda.

Ochoa inicio analizando el sistema de mantenimiento que ser llevaba en la empresa definiendo de esta manera las necesidades en las actividades de mantenimiento. Así mismo, expreso la importancia de conocer la maquinaria que cuenta la planta, recopilando la información relevante

de cada una según su operación y plasmándola en formatos con el historial de fallas, detallando sus características como datos técnicos y así conocer la condición de mantenimiento para cada equipo.

Teniendo en cuenta lo anterior, Ochoa opto por elaborar el plan de mantenimiento utilizando el análisis de fallos que pretenden evitarse, realizando fichas técnicas de la maquinaria con la información más significativa de cada una, continuando con una tabulación del histórico de averías y utilización de repuestos con el fin de analizar las frecuencias de fallos en un periodo de 36 meses. Otras actividades que desarrollo, fueron: diseñar un Kardex de repuestos, determinación de los tipos de mantenimiento según la línea de producción, estableció un calendario de mantenimiento y género un formato para el procedimiento de las tareas de mantenimiento más comunes. Finalmente, realizo el manual de procedimientos para la empresa Lacto, utilizando un diagrama de flujo para cada proceso. En este proyecto, se concluyó que es viable la implementación propuesta, siendo razonable el costo en que se incurriría la ejecución con relación a los gastos del personal que se contrata externo, mejorando la productividad y la rentabilidad de la compañía. (Ochoa Fernández , 2014)

De este estudio, se extracta para la presente investigación el análisis de las actividades de mantenimiento a través del tiempo y la propuesta de hojas de vida para el equipo objeto de estudio.

De la Universidad de Chile en Santiago de Chile, la ingeniera Natalia Mansilla como opción de grado para obtener el título en Ingeniería de Alimentos en el año 2013, desarrolló el trabajo denominado “Aplicación de la metodología de mantenimiento productivo total (TPM) para la estandarización de procesos y reducción de pérdidas en la fabricación de goma de mascar en una

industria nacional”, en el cual buscó implementar paso 5 de TPM en dos líneas de producción llamadas línea 1 chicle sin azúcar y línea 2 chicle con azúcar.

Mansilla inicio su proyecto con la inspección de las líneas de producción y por medio de un análisis estadístico se determinó la condición actual de cada proceso, determinando que el proceso se encontraba fuera de control y estableciendo los ajustes. A continuación, realizó la implementación de paso 5 de la metodología de TPM en dos líneas de producción de chicle basándose en uno de los ocho pilares que trabajan en la implementación de esta metodología, mantenimiento autónomo. Finalmente, con su implementación logró disminuir la cantidad de productos no conformes, el porcentaje de reproceso y las averías en el proceso para ambas líneas de producción. (Mansilla , 2013)

De este estudio, se extracta la realización de la inspección detallada del activo objeto de estudio, con el fin de conocer la inestabilidad intrínseca al que está sujeto el equipo y la utilización de herramientas estadísticas que permitan lograr un control del proceso.

La ingeniera Zoralia Guillen de la Universidad Central de Venezuela, como opción de grado para obtener el título en Ingeniería de Procesos Industriales en el año 2015, desarrolló el trabajo titulado “Generación de un plan de mantenimiento basado en la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad”, en el cual buscó generar un plan de mantenimiento fundado según la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad para los componentes críticos de la Encartonadora Superior de la Línea de Empaque 1 de la empresa Alimentos Kellogg S.A.

Guillen inicio su investigación con el diagnóstico de la situación actual de la gestión de mantenimiento optando por herramientas como la Norma COVENIN 2500-92 y el diagrama de Ishikawa, así mismo, realizó el análisis funcional del activo, elaborando el diagrama de bloque, diagrama de Entrada Proceso Salida y las jerarquías, además de la ficha técnica del activo objeto de estudio y el análisis de criticidad, y finalmente, elaboró el análisis de modos y efectos de fallas y el plan de mantenimiento a los componentes críticos de la Encartonadora a usando la herramienta del árbol lógico de decisión. Guillen consiguió con su investigación un total de 7 consecuencias para la salud, 137 consecuencias operacionales y 144 tareas de mantenimiento a condición, de reacondicionamiento cíclico y de sustitución cíclica. (Guillen , 2015)

De este estudio, se extracta para la presente investigación el análisis funcional del activo, la elaboración de la ficha técnica del equipo, realizar el análisis de criticidad y la utilización del árbol lógico de decisión.

El ingeniero Fabián Bravo de la Universidad Central de Venezuela, como opción de grado para obtener el título en Ingeniería de Procesos Industriales en el año 2016, desarrolló el trabajo titulado “Elaboración de un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad caso línea seis de Pepsico Alimentos S.C.A.”, en el cual buscó una alternativa para disminuir los tiempos de paradas no programadas de la línea de producción objeto de estudio.

En el análisis inicial, se evidencia que las actividades de mantenimiento están dirigidas en actividades correctivas, generando demoras en los tiempos de la operación. Se realizó una desglose y análisis de la información operacional y del históricos de fallas para determinar la problemática existente, lo que indicó que los extrusores son los equipos de mayor criticidad.

Luego realizó un análisis de modos y efectos de fallas, para determinar la cauda raíz y los efectos que crean las averías. Así mismo, elaboró un plan de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, con el fin de aumentar la confiabilidad operacional de los extrusores y reducir los costos relacionados al mantenimiento y a las averías del equipo, y a su vez proporcionó las herramientas necesarias para solucionar las averías según sea su frecuencia y criticidad.

En el Análisis realizado de criticidad, se concluyó que el motor y el husillo son los componentes de mayor criticidad de los extrusores, por lo tanto las tareas de mantenimiento deben estar orientadas en disminuir los modos de fallas, siendo estos fundamentales para el funcionamiento del equipo. (Bravo , 2016)

De este estudio, se extracta para la presente investigación el análisis del histórico de fallas y la realización de un análisis de criticidad del equipo.

5.2 Marco Teórico

Para la presente investigación, se tuvieron en cuenta las siguientes generalidades:

5.2.1 Mantenimiento

El término "mantenimiento" apareció en la industria hacia 1959 en Estados Unidos y tiene su origen en el vocabulario militar, en el sentido "mantenimiento en las unidades de combate, del efectivo y del material a nivel constante" (Morrow, 1985)

El mantenimiento se define como la disciplina que busca mantener los equipos y sus sistemas en un estado de operación, basándose en el desarrollo de criterios, conceptos y técnicas necesarias para la mantenibilidad de los activos, suministrando razonamientos para la toma de decisiones en

la dirección y ejecución de un plan de mantenimiento, incurriendo en actividades como reparaciones, calibraciones, inspecciones, ajustes, remplazos, entre otros.

Los 3 principales tipos de mantenimiento son: predictivo, preventivo y correctivo.

5.2.2 Mantenimiento Predictivo

Este mantenimiento se basa en la búsqueda de indicios que permitan localizar e identificar una avería antes de que ocurra, basándose en tareas a condición. Por ejemplo, la inspección visual del grado de desgaste de un neumático es una tarea de mantenimiento predictivo, dado que permite identificar el proceso de falla antes de que la falla funcional ocurra. (González Fernández, 2005)

Con lo anterior, se puede decir que con este tipo de mantenimiento se pueden detectar de manera precoz los síntomas para ordenar la intervención antes de que suceda una avería. Estas tareas incluyen: inspecciones, monitoreo o chequeos.

5.2.3 Mantenimiento Preventivo

Son las tareas de reemplazo hechas a intervalos fijos, independiente del estado del equipo o sistema, estas tareas se permiten si existe un patrón de desgaste. No obstante, en algunos casos podría convenir realizar alguna tarea predictiva, que en muchos casos son de menor impacto. (García Garrido, 2009).

5.2.4 Mantenimiento Correctivo

Tareas que se basan en la corrección de las fallas en el momento que ocurren. Es decir, es la reparación de una falla que exigió el paro de la máquina afectada. Este tipo de mantenimiento se puede presentar de dos formas: programado o no programado.

El mantenimiento correctivo programado se utiliza para realizar la corrección de la avería teniendo en cuenta las necesidades de la producción y cuando se tienen todos los recursos para su ejecución, como lo es el personal, repuestos y herramientas o equipos necesarios. El no programado supone la reparación de la falla inmediatamente después de presentarse. (Morrow, 1985)

5.2.5 Análisis de Criticidad

Esta herramienta permite una clasificación de los equipos, sistemas y componentes de acuerdo al impacto que se tiene. Este análisis permite centralizar los recursos de las actividades de mantenimiento en los activos que se suponen de mayor importancia para la compañía, con el fin de priorizar las actividades de mantenimiento. Lo anterior, se basa en la perspectiva del negocio, los niveles de servicio y la experiencia del personal.

En este análisis se identifican tres categorías: Nivel crítico alto, nivel crítico medio y nivel crítico bajo.

5.2.6 Mantenimiento centrado en Confiabilidad (RCM)

El mantenimiento centrado en Confiabilidad permite determinar cuáles son las tareas o actividades de mantenimiento adecuadas para cualquier equipo o sistema. La norma SAE JA1011 detalla los requisitos que se deben efectuar en un proceso RCM. (García Garrido, 2009)

Según la norma en mención, existen 7 preguntas fundamentales del proceso RCM:

- a) ¿Cuáles son las funciones deseadas para el equipo?
- b) ¿cuáles son los estados de falla asociados con estas funciones?
- c) ¿cuáles son las posibles causas de cada uno de estos estados de falla?
- d) ¿cuáles son los efectos de cada una de estas fallas?
- e) ¿Cuál es la consecuencia de cada falla?
- f) ¿Qué puede hacerse para prevenir la falla?
- g) ¿Qué hacer si no puede encontrarse una tarea predictiva o preventiva adecuada?

5.2.7 Análisis de equipos.

Para planear o implementar el plan de mantenimiento es necesario realizar un mantenimiento preventivo con el fin de analizar con detalle el equipo de la línea Paletera 2 conos de la empresa Meals de Colombia S.A.S.

Con dicho análisis se logra obtener valiosa información para gestionar el mantenimiento del equipo y a su vez generar un stock de repuestos que se necesitan y la prioridad de los mismos.

5.2.8 AMEF

Técnica de análisis de riesgo también conocida con el nombre de Análisis del Modo y Efectos de fallas, utilizada actualmente por la mayoría de empresas para evaluar situaciones rutinarias y así producir o diseñar análisis de riesgos frente a procesos de diseño, fabricación e identificación de oportunidades que pueden conducir a la insatisfacción del cliente. (International)

Índices de evaluación:

- Índice de Gravedad (S)
- Índice de Ocurrencia (O)
- Índice de No Detección (D)

$$NPR = S * O * D$$

Índice de Gravedad: Evalúa la gravedad del efecto, o la consecuencia en el caso de plantearse un fallo.

Tabla 1 Cuadro de clasificación según Gravedad

GRADO	CRITERIO	VALOR
Ínfima	El defecto sería imperceptible por el usuario	1
Escasa	Se puede notar un fallo menor, pero solo provoca una ligera molestia	2 - 3
Baja	Se nota El fallo y produce cierto enojo	4 - 5
Moderada	El fallo produce disgusto e insatisfacción	6 - 7
Elevada	El fallo es crítico, alto grado de insatisfacción	8 - 9
Muy elevada	El fallo implica problemas de seguridad o de no conformidad	10

Tabla 2 Cuadro de clasificación según Probabilidad de ocurrencia

GRADO	CRITERIO	VALOR
Muy escasa	Defecto inexistente en el pasado	1
Escasa	Muy pocos fallos en circunstancias pasadas similares	2 - 3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente	4 - 5
Frecuente	En circunstancias similares anteriores el fallo se ha presentado con cierta frecuencia	6 - 7
Elevada	El fallo se ha presentado frecuentemente en el pasado	8 - 9
Muy elevada	Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente	10

Tabla 3 Cuadro de clasificación según la Probabilidad de no detección

GRADO	CRITERIO	VALOR
Muy escasa	El defecto es obvio	1
Escasa	El defecto, aunque es obvio , podría raramente escapa a algún control primario	2 - 3
Moderada	El defecto es una característica de bastante fácil detección	4 - 5
Frecuente	Defectos de difícil detección	6 - 7
Elevada	Su detección es relativamente improbable mediante los controles	8 - 9
Muy elevada	El defecto con mucha probabilidad, muy difícil detectable	10

5.3 Marco normativo/legal

A continuación, se presenta la descripción de las principales normas vigentes que se consideran en esta investigación:

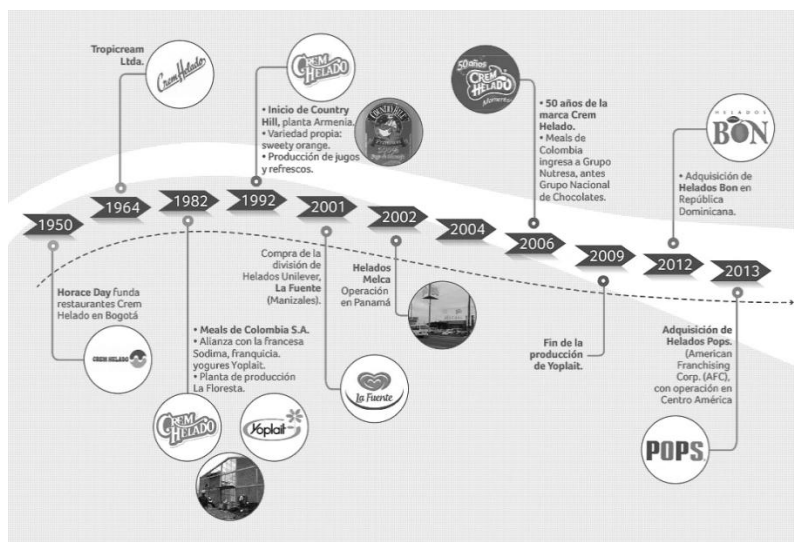
Tabla 4 Marco Normativo

Norma	Description
Ministerio de Protección Social. Resolución 5109 del año 2005.	Establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado que deben cumplir los alimentos envasados y materias primas de alimentos para consumo humano.
Ministerio de Salud. Decreto 3075 del año 1997.	Regula las actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos en el territorio nacional.
NTC 512-1 de 2007	Establece los requisitos mínimos de los rótulos o etiquetas de los envases o empaques en que se expenden los productos alimenticios para consumo humano.
Codex Stan 1-1985	Esta norma se aplica al etiquetado de todos los alimentos pre-envasados que se ofrecen al consumidor y a algunos aspectos relacionados con la presentación de los mismos.

5.4 Marco Histórico

La empresa objeto de estudio es Meals de Colombia S.A.S, la cual tiene nacionalidad colombiana y es líder en el negocio de helados del Grupo Nutresa, en la cual se fabrican y comercializan productos de alta calidad. Cuenta con tres plantas de producción ubicadas en las ciudades de Armenia, Bogotá y Manizales.

Ilustración 1 Historia de Crem Helado S.A.S



Fuente: (Nutresa, 2017)

El total de personas que conforman el equipo de trabajo en la compañía es de 1.885 personas que laboran en las tres plantas. La compañía Meals de Colombia cuenta con un plan integrado de gestión el cual está conformado por seguridad y salud ambiental, calidad de vida, mejoramiento y calidad. (Nutresa, 2017)

Ilustración 2 Política Gestión de Calidad.



Fuente: (Nutresa, 2017)

5.4.1 Misión

La misión de Meals de Colombia S.A.S. se basa en que, con la gente apasionada, exitosa e innovadora, se superan las expectativas de consumidores y clientes, ofreciendo alimentos congelados y refrigerados que brindan deleite, nutrición y diversión, generando valor para los relacionados y siendo ejemplo para la comunidad. (Nutresa, 2017)

5.4.2 Visión

La visión de Meals de Colombia S.A.S es que, en el 2020, el Negocio de Helados de Grupo Nutresa logrará ventas por \$700.000 millones de pesos con una banda de margen entre 14% y 16%, desarrollando gente exitosa y construyendo marcas preferidas por clientes y consumidores. (Nutresa, 2017)

6 Marco metodológico

6.1 Recolección de la información

6.1.1 Tipo de investigación

Teniendo en cuenta la guía metodológica de la Universidad ECCI, se identifica esta investigación como descriptiva, ya que se basa en la sustracción de la información de las características, atributos y cualidades del equipo Domino C16.

Ilustración 3 Tipo de Investigación

TIPO DE INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS
• Histórica	Analiza eventos del pasado y busca relacionarlos con otros del presente.
• Documental	Analiza la información escrita sobre el tema objeto de estudio.
• Descriptiva	Reseña rasgos, cualidades o atributos de la población objeto de estudio.
• Correlacional	Mide grado de relación entre variables de la población estudiada.
• Explicativa	Da razones del porqué de los fenómenos.
• Estudios de caso	Analiza una unidad específica de un universo poblacional.
• Seccional	Recoge información del objeto de estudio en oportunidad única.
• Longitudinal	Compara datos obtenidos en diferentes oportunidades o momentos de una misma población con el propósito de evaluar cambios.
• Experimental	Analiza el efecto producido por la acción o manipulación de una o más variables independientes sobre una o varias dependientes.

Fuente: (ECCI, 2018)

6.1.2 Fuentes de obtención de la información

6.1.2.1 Fuentes primarias

Para la presente investigación se recopiló información principalmente de las diferentes áreas o departamentos de la compañía Meals de Colombia S.A.S, como lo son la de mantenimiento, calidad, financiero y de producción, así mismo, se sustrajo información de las bases de datos emigradas del SAP.

6.1.2.2 Fuentes secundarias

Otras fuentes de obtención de información se basaron en documentos relacionados a la presente investigación, como son tesis, trabajos de grado, artículos, libros y páginas Web.

6.1.3 Herramientas

Las herramientas usadas para dar solución al problema son el análisis del histórico de fallos, AMEF, análisis de criticidad, formación técnica al personal operativo y de mantenimiento y hoja de vida y manual de uso del equipo.

6.1.4 Metodología

Para el desarrollo del objetivo No 1 “Identificar las causas de la baja disponibilidad en el sistema de codificado en la línea de producción “Paletera 2” de la empresa Meals de Colombia S.A.S.” se desarrollará inicialmente un análisis de la información recolectada, como el histórico de fallos y de la información técnica del equipo con el fin de conocer e identificar los sistemas y/o repuestos con mayor probabilidad de averías.

Para el desarrollo del objetivo No 2 “Caracterizar los impactos de la baja disponibilidad en el sistema de codificado en la línea de producción “Paletera 2” de la empresa Meals de Colombia S.A.S.” se utilizará el método de análisis de criticidad y análisis financiero con el fin de determinar los factores que más afectan en la disponibilidad del equipo Domino C16.

Para el desarrollo del objetivo No 3 “Proponer una solución adecuada para incrementar la disponibilidad del sistema de codificación en la línea de producción “Paletera 2” de la empresa Meals de Colombia S.A.S.” se determinarán las actividades a realizar y los pasos a seguir para la ejecución de la solución.

6.1.5 Información recopilada

Para dar inicio con la presente investigación, se recopiló información de diferentes fuentes dentro de la compañía Meals de Colombia S.A.S.

6.1.5.1 Información recolectada

- Por parte del departamento de mantenimiento no se cuenta con plan de mantenimiento de los equipos fechadores domino C16.
- Se encuentra un listado de fallos, pero este no da el modo de fallo del equipo.
- No se tiene el personal capacitado para dar respaldo técnico de dichos equipos.
- Valores en pesos colombianos de pérdidas y de productos.
- Valores de salarios del personal relacionado con el proyecto.

6.1.5.2 Historial de Fallas

El departamento de mantenimiento de la compañía Meals de Colombia, suministro información referente al historial de fallas del equipo Domino C16 instalado en la línea de producción “Paletera 2”.

A continuación, se presenta el resumen de horas de fallas del equipo, teniendo en cuenta los datos a partir del año 2016 al 2018:

Tabla 5 Historial de Fallas Domino C16 “Paletera 3”

Año	Horas de paro
2016	11,27
2017	10
2018	9,25
TOTAL	30,52

Sin embargo, esta información es muy general, para lo cual, se solicitó información con mayor detalle. El detalle de fallas solo existe registro del año 2018, ya que anteriormente no se llevaba este control.

A continuación, se presenta el detalle de los sistemas afectados por fallas en el año 2018:

Tabla 6 Fallas Domino C16 “Paletera 3” año 2018

DESCRIPCION DE FALLA	TIEMPO DE PARO (HR)
Sistema Eléctrico	0.75
Sistema Eléctrico	1.5
Sistema Cabezal de impresión	1
Sistema mecánico	1
Sistema tinta	5
TOTAL HORAS DE PARO	9.25

6.2 Análisis de la información

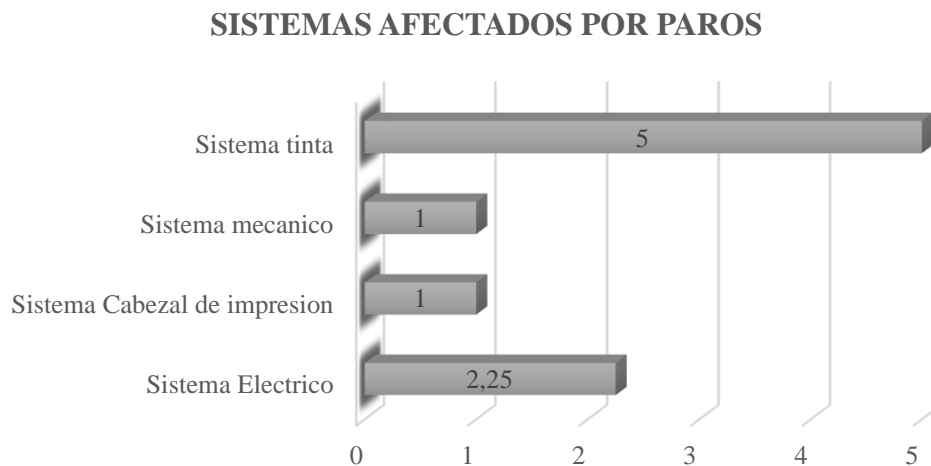
6.2.1 Análisis Historial de Fallas

El periodo de paro de fallas en promedio por año, es de gran impacto para la compañía, principalmente a nivel económico, ya que las fallas del equipo Domino C16 tiene como efecto paros a la línea de producción, ocasionando la no fabricación de los productos; para este caso en la línea de la “Paletera 2” se producen 8.250 unidades, siendo una cantidad alta y de gran importancia para las finanzas de la compañía.

De la Tabla 2, se puede considerar que en promedio las horas de falla es de 10 por año.

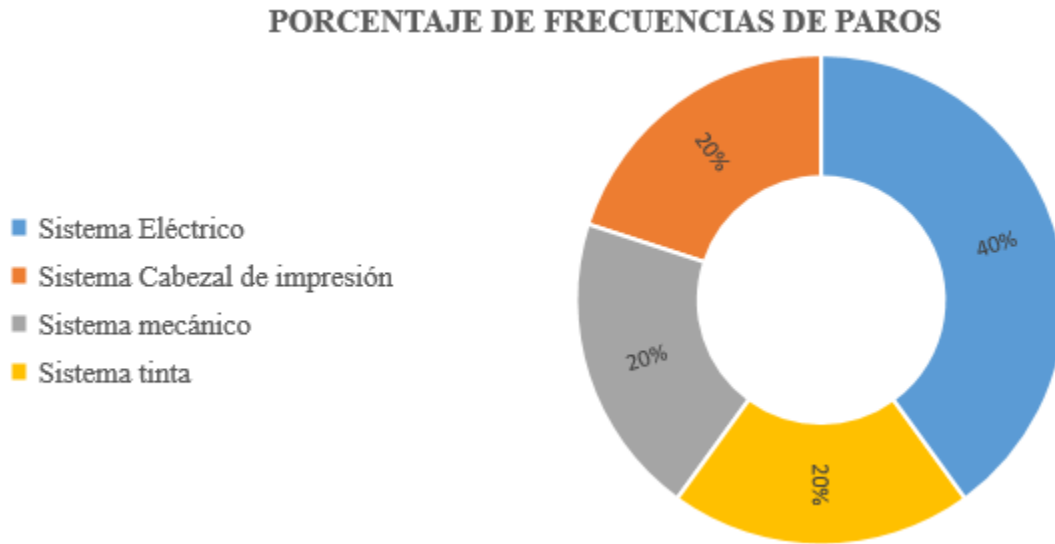
De los sistemas afectados por fallas en el año 2018, se puede concluir que el sistema de tinta fue el de mayor tiempo de paro (Grafica 1).

Grafica 1 Sistemas afectados por paros agrupado por horas año 2018



Así mismo, se pudo establecer que el sistema con mayor frecuencia de paros fue el sistema eléctrico, siendo el 40% de los paros ocurridos en el año 2018 (Grafica 2).

Grafica 2 Frecuencias de paros según sistemas afectados año2018



A continuación, se presentan la información más relevante del análisis del histórico de fallas:

Tabla 7 Análisis de la información del historial de fallas

Promedio de paros por fallas en horas (2016-2017-2018)	10
Cantidad producción en 1 hora	8,250
Valor de 1 producto en paleta 3	\$1,800
Valor de pérdida de producción en 1 hora	\$14,850,000
Cantidad anual sin producir por fallas	83,930
Valor anual de pérdida de producción por fallas	\$151,074,000

6.3 Propuesta(s) de solución

La propuesta establecida, es generar un plan de mantenimiento en el cual se evidencien las causas y los posibles efectos, implementando un análisis de criticidad, AMEF, realizando la creación del manual de uso, hoja de vida del equipo y plan de formación al personal técnico y operativo.

- *Análisis de criticidad*

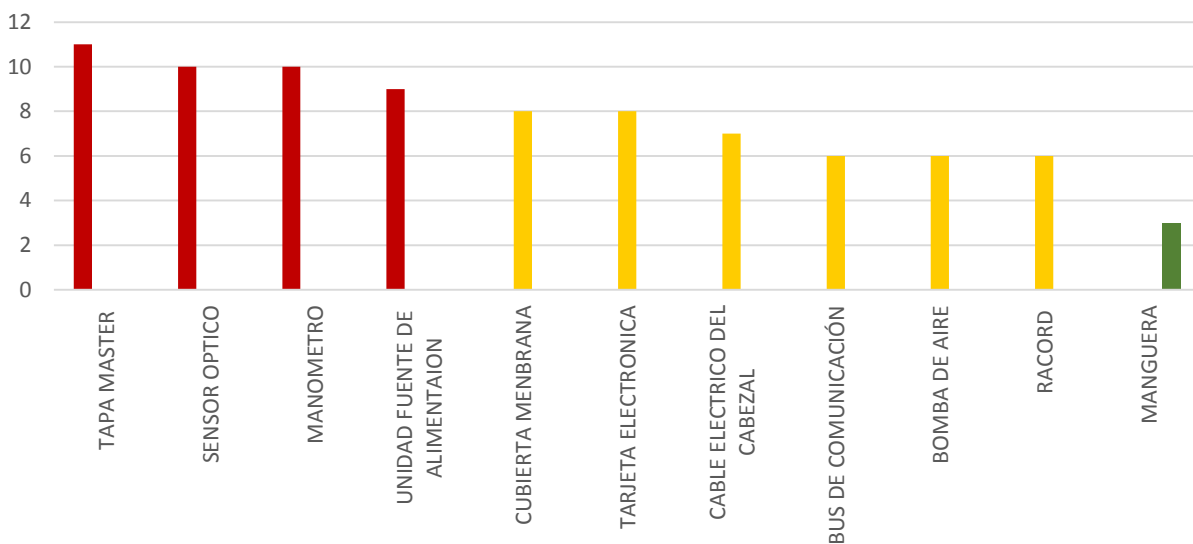
Tabla 8 Matriz del análisis de criticidad

EQUIPO	SUB EQUIPO	ITEM MANTENIBLE	SEGURIDAD	MEDIO AMBIENTE	IMPACTO EN LA OPERACIÓN	TIEMPO PROM. RECUPE.	COSTO DE PARADA	PROBABILIDAD DE FALLA	CRITICIDAD TOTAL
			1 A 3	1 A 3	1 A 3	1 A 3	1 A 3	1 A 3	
DOMINO C16	CABEZAL	Cubierta membrana	0	0	3	3	1	1	8
		Tarjeta electrónica	0	0	3	3	2	0	8
		Sensor óptico	0	3	2	2	2	1	10
		Bus de comunicación	0	0	2	2	2	0	6
	BASE FECHADOR	Cable eléctrico del cabezal	0	0	2	2	2	1	7
		Unidad fuente de alimentación	0	0	3	3	2	1	9
		Bomba de aire	2	0	1	1	1	1	6
	CONTENEDOR DE TINTA	Tapa master	3	3	2	1	1	1	11

Grafica 3 Diagrama de Criticidad Total

REGULADOR DE AIRE	Manómetro	3	1	2	2	1	1	10
	Racord	3	1	0	1	0	1	6
	Manguera	1	0	0	0	0	1	3

CRITICIDAD TOTAL



Esta metodología busca priorizar de forma jerárquica los sistemas, partes y/o repuestos del equipo, con el fin de ser una guía para la toma de decisiones y lograr mejorar la disponibilidad y fiabilidad del equipo. Ver anexo 1.

- **AMEF**

Este formato de prevención, tiene como fin identificar los posibles fallos antes de que ocurran y así eliminarlos por completo o se disminuye el riesgo de que suceda, realizado de forma estructurada, estableciendo los controles adecuados para evitar los paros inesperados. Ver anexo 2.

Ilustración 4 AMEF Equipo Domino C16

MEALS DE COLOMBIA S.A.		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS										Código: AMEF 01 Version: 1 Fecha: 05/01/2019				
Proceso/Producto/Equipo	Equipo codificador Domino C16					Area:	Mantenimiento			Preparado por:	Andres Ruiz					
Operación:	Impresión de tinta					Linea:	Paleta 3			Revisado por:	Gerente Mantenimiento					
Descripción de la fase	Operación o función	Modo/s potencial/es de fallo	Efecto/s potencial/es del fallo	Gravedad	Causa(s) potencial(es) del fallo(s)	Ocurrencia	Verificación(es) y/o control(es) actual(es)	Detección	NPR	Acción(es) recomendada(s)	Área(s) / persona(s) responsable(s)	Resultado de las acciones				
												Acciones implantadas	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR
CABEZAL DE TINTA	Dosificar la tinta para la impresión	Agua en los contactos electrónicos	No funciona correctamente los circuitos	10	Descuido operativo, derrames	3	Ninguno	5	150	Revisión y limpieza mensual	Mantenimiento / Andres Ruiz					0
		Pantalla LED quemada	No genera visualización	8	Descuido operativo	2	Ninguno	5	80	Revisión periódica de las conexiones	Mantenimiento / Andres Ruiz					
		Sensor óptico no da pulso de	No genera señal	6	Mal calibrado, mal	4	Ninguno	5	120	Inspección mensual	Mantenimiento /					0

- *Manual de uso del equipo*

Documento que integra la operación del equipo y las actividades que provienen del procedimiento, estructurado de forma amigable y sencilla para que sea de fácil interpretación. Ver anexo 3.

- *Hoja de Vida del equipo*

Este documento determina la identificación del activo, mostrando las características y evidenciando la trazabilidad de información histórica de mantenimiento que se ha realizado al equipo. Ver anexo 4.

Para el equipo Domino C16, se cuenta con una garantía de fabricación de dos años, donde el único que puede intervenir el activo es el proveedor; luego de este periodo es necesario acudir al plan de mantenimiento propuesto. Ver Anexo 6

7 Impactos esperados/generados

Al implementar el plan de mantenimiento al equipo Domino C16 de la línea de producción “Paletera 2”, se espera reducir los paros del equipo por fallas a un 50%, y así, optimizar la disponibilidad. Así mismo, los impactos esperados para cada uno de las propuestas de solución son:

- *Análisis de criticidad:* Con este método, se espera garantizar la jerarquización y prioridad de los componentes o repuestos del equipo Domino C16, y así, mejorar la toma de decisiones y garantizar la disponibilidad del activo.
- *AMEF:* Por medio de este método se esperan prevenir las posibles averías que puedan suceder, y así, controlar los paros inesperados.
- *Manual de uso del equipo:* Por medio de este documento se espera instruir, actualizar y generar mayor conocimiento al personal que tiene que intervenir el equipo Domino C16, garantizando la mejora continua en las habilidades y desarrollos de las actividades diarias.

- *Hoja de Vida del equipo:* Con este documento se espera tener una trazabilidad del equipo, conociendo el historial de mantenimientos, paros y principales características de fabricación y técnicas, logrando una identificación y un conocimiento estructurado del equipo.
- *Plan de formación:* Con este método, se espera garantizar que el personal adquiriera habilidades y conocimientos específicos concernientes a la operación o mantenimiento del equipo Domino C16, y así, lograr aumentar la disponibilidad del equipo.

8 Análisis financiero

Para el análisis financiero se optó por emplear el ROI (Retorno de inversión), con el fin de evidenciar la ganancia financiera y la eficiencia de la implementación de las estrategias sugeridas en el plan de mantenimiento para incrementar la disponibilidad del equipo codificador Domino C16.

Aplicación del ROI

Para calcular el ROI se debe aplicar la siguiente formula:

$$ROI = \frac{\text{Beneficio} - \text{Inversión}}{\text{Inversión}}$$

El resultado se puede dar en porcentaje, por lo tanto, se multiplica por 100.

Inversión:

Para calcular la inversión, se realizó un presupuesto para cada uno de los meses de ejecución, teniendo en cuenta el personal que interviene, como los gastos de papelería, administración y los imprevistos. De esta forma, interviene un ingeniero de mantenimiento capacitado en los diversos sistemas de codificación, el cual implementará los planes de acción de la propuesta del plan de mantenimiento, como la creación del manual y hoja de vida del equipo, elaboración de los análisis de RCM y el plan de formación al personal encargado del activo (Técnicos de mantenimiento y técnicos operativos). Así mismo, intervendrán el Gerente de mantenimiento y un profesional de seguridad y calidad en el trabajo.

Este presupuesto, se basa en un valor de aprobación de \$4.000.000.

A continuación, se presenta el presupuesto del plan de mantenimiento del equipo Domino C16:

Tabla 9 Presupuesto

N°	DESCRIPCION	SALARIO MES	QTY	SALARIO HORA	TOTAL HORAS	MES 1	MES 2	MES 3	TOTAL
1	GERENTE MANTENIMIENTO	\$ 7,200,000	1	\$ 30,000	6	\$ 30,000	\$ 90,000	\$ 60,000	\$ 180,000
2	INGENIERO MANTENIMIENTO	\$ 3,200,000	1	\$ 13,333	200	\$ 1,066,667	\$ 1,333,333	\$ 266,667	\$ 2,666,667
3	TECNICO OPERARIO	\$ 1,300,000	2	\$ 5,417	16	\$ -	\$ 86,667	\$ -	\$ 86,667
4	TECNICO MANTENIMIENTO	\$ 1,300,000	2	\$ 5,417	16	\$ -	\$ 86,667	\$ -	\$ 86,667
5	PROFESIONAL CALIDAD	\$ 3,200,000	1	\$ 13,333	4	\$ -	\$ 53,333	\$ -	\$ 53,333
4	PAPELERIA 2%					\$ 24,000	\$ 48,000	\$ 8,000	\$ 80,000
5	ADMINISTRACION 5%					\$ 54,000	\$ 54,000	\$ 12,000	\$ 120,000
6	IMPREVISTOS 10%					\$ 180,000	\$ 180,000	\$ 40,000	\$ 400,000
TOTAL						\$1,354,667	\$1,932,000	\$ 386,667	\$ 3,673,333

Total, Inversión: \$3.673.333

Beneficio:

Con la implementación de este plan de mantenimiento, se espera para el primer año reducir los paros del equipo por fallas a un 50%, lo cual corresponde a máximo 5 hora de falla. Esto se basa, teniendo en cuenta que el promedio de horas de falla al año en la “paletera 2” es de 10 horas, esperando reducir el 50%, es decir, reducir 5 horas al año.

Esta información se considera ya que según el análisis de fallas (Capítulo 6.2.3), los paros del equipo en un periodo de un año son de 83.930 unidades que deja de producir la “paletera 2”, lo cual equivale a \$151.074.000.

Lo anterior, teniendo en cuenta que la cantidad de producción en una hora es de 8.250 y que el valor de un producto es de \$1.800, en una hora se llega a tener una pérdida de producción de \$14.850.000.

El resultado esperado de máximo 5 hora de falla por año, lleva a realizar el siguiente calculo:

El valor de las pérdidas anuales – (5 x el valor de perdidas hora de falla)

$$151.074.000 - (5 \times 14.850.000) = \$76.824.000$$

* Se multiplica por 5 ya que son las horas que se estiman reducir con esta implementación.

Por lo tanto, se estima que el beneficio a implementar este plan de mantenimiento es de \$76.824.000.

Con la información anterior, se calcula el ROI:

$$ROI = \frac{(\$76.824.000 - \$3.673.333)}{\$3.673.333}$$

$$ROI = 19.91$$

Se concluye, que el retorno de la inversión con la presente propuesta seria del 1991%.

9 Conclusiones y recomendaciones

9.1 Conclusiones

- Con la implementación del plan de mantenimiento se espera reducir los paros del equipo por fallas a un 50%, y así, optimizar la disponibilidad del equipo Domino C16 en la línea de producción “Paletera 2”.
- Se identificaron las causas de la baja disponibilidad en el sistema de codificado en la línea de producción “Paletera 2”, siendo la principal, la falta de conocimiento del personal operativo y técnico, generando averías inesperadas.
- Se caracterizaron los impactos de la baja disponibilidad en el sistema de codificado en la línea de producción “Paletera 2”, llegando a la conclusión que el mayor impacto que se genera, es el económico, perdiendo en promedio anual \$151,074,000.
- Se definió como la mejor solución para incrementar la disponibilidad del sistema de codificación en la línea de producción “Paletera 2”, la implementación de un plan de mantenimiento basado en RCM, desarrollando un análisis de criticidad y AMEF del equipo, así mismo, un plan de formación al personal y la creación del manual de uso y hoja de vida del equipo.

9.2 Recomendaciones

- Se recomienda identificar los frascos de aditivo para no provocar confusiones al momento de mantenimientos o intervenciones al equipo.
- Se recomienda que los overoles de todo el personal se encuentren en buen estado para evitar atrapamientos con algunas máquinas.
- Si se observa que hay líneas fijas y/o ubicación de los equipos en una línea de producción se recomienda enmarcar la zona de dichos equipos para un mayor orden y mejor acceso a los equipos.
- Debido al uso celulares y Smartphone en áreas comunes se recomienda colocar carteles de advertencia de “no chatear mientras camina” o “camina con precaución si usas el celular”
- En los accesos del primer piso al segundo se recomienda colocar antideslizantes en las escaleras para evitar caídas de cualquier persona.
- Establecer un cronograma de fumigación y control de plagas, ya que es un establecimiento de fabricación, almacenamiento y distribución de productos comestibles.
- Se recomienda que al ingreso de las áreas de producción hallan zonas de desinfección de zapatos o calzado de trabajo, puesto que este se guarda con la ropa de calle en los respectivos casilleros de cada trabajador.
- Se recomienda hacer campañas de concienciación acerca del buen uso de los recursos y la contribución que se puede hacer a nivel de compañía u empresa.
- En las áreas administrativas se recomienda implementar una especie de sanción a los empleados que después de terminada su jornada laboral dejen encendida la pantalla de computador o la luz, para de una u otra forma hacer cultura de ahorro.

10 Bibliografía

- Fuentes Fuentes , N. J., & Espitiai, A. F. (2017). *Propuesta modelo de mantenimiento para los equipos fechadores con tecnología CIJ*. Bogota: Universias ECCI.
- Lugo Prieto , L. D. (2015). *Optimización de un plan de mantenimiento preventivo, mediante análisis espacial*. Universidad Distrital.
- Nogues , J. G. (2017). *Estudio de plan de mantenimiento de industria alimentaria*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia .
- Alba Ávila , J. E., & Ardila Parada, A. (2012). *Metodologías de gestión de activos*. Bogota: Universidad ECCI.
- Basabe Díaz , F., & Bejarano García, M. (2009). *Estudio del impacto generado sobre la cadena de valor a partir del diseño de una propuesta para la gestión del mantenimiento preventivo en la cantera salitre blanco de Aguilar construcciones s.a*. Bogota: Universidad Javeriana.
- Bravo , F. (2016). *Elaboración de un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad caso línea seis de Pepsico Alimentos S.C.A*. Universidad Central de Venezuela.
- Corzo Muños, R., & Valenzuela Quijan, E. G. (2013). *Diseño del Departamento de Mantenimiento*. Bogota: Universidad ECCI.
- ECCI, U. (2018). *Guia Metodologica*. Bogota: Universidad ECCi.
- García Garrido, S. (2009). *Mantenimiento industrial*. Madrid: Renovetec.
- García, N., & Sánchez Guerrero , R. (2009). *Manual de instalación, Mantenimiento preventivo y correctivo para UPS'S Soltec modelo ALP*. Bogota: Universidad ECCI.
- Gil Balcerro, D. H., & Matanalla Contreras, A. M. (2009). *Plan de mantenimiento preventivo por paquetes para automóviles Mercedes Benz concesionario Mercedes Benz Bogotá*. Bogota: Universidad ECCI.
- González Fernández, F. J. (2005). *Teoria y practica del mantenimiento industrial avanzado*. Madrid: FC Editorial.
- Guillen , Z. (2015). *Generación de un plan de mantenimiento basado en la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad*. Universidad Central de Venezuela.
- International, D. (s.f.). *Datalyzer*. Obtenido de <https://www.datalyzer.com/es/conocimiento/amef/>
- Mansilla , N. L. (2013). *Aplicación de la metodología de mantenimiento productivo total (TPM) para la estandarización de procesos y reducción de pérdidas en la fabricación de goma de mascar en una industria nacional*. Santiago: Universidad de Chile.
- Martínez Giraldo , L. A. (2014). *Metodología para la definición de tareas de mantenimiento basado en confiabilidad, condición y riesgo aplicada a equipos del sistema de transmisión nacional*. Bogota: Universidad Nacional.

Morrow, L. (1985). *Manual de mantenimiento industrial*. Mexico: Compañía Editorial Continental.

Nutresa, G. (2017). *Grupo Nutresa*. Obtenido de <http://intra.gruponutresa.com>

Ochoa Fernández , M. A. (2014). *Proyecto para la elaboración de un plan de mantenimiento y manual de procedimientos en industrias Lacto*. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.

Rodríguez González, H. E., & Villalba Ospina, N. F. (2011). *Optimización del plan de mantenimiento del departamento de buceo y salvamento de la armada nacional*. Universidad Tecnológica de Bolívar.

Romero, R. E., & Páez, A. T. (2011). *Diseño de un modelo de mantenimiento con herramientas de clase mundial aplicable a la central Hidroeléctrica de Santa Ana*. Bogota: Universidad ECCI.

Uscategui Cristancho , P. J. (2014). *Optimización del plan de mantenimiento del departamento de buceo y salvamento de la armada nacional*. Bucaramanga: Universida Industrial de Santander.