



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE GRADUACIÓN

**“Elaboración de Manual de Mantenimiento para optimización de tiempos en
paros de la envasadora, CENOSA.”**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

21441206 Evelyne Celeste Berrios Leiva

ASESOR: ING. DARWIN REYES HERNANDEZ

CAMPUS SAN PEDRO SULA

Febrero 2019

AGRADECIMIENTOS

A Dios: Por iluminar mi mente y darme el don de la paciencia. Me brindo la bendición de poder culminar con mis estudios en una universidad tan prestigiosa.

A mi Padre: Nunca me presionaste en cambio me apoyaste. Me recalcabas que no había nada que no pudiera enfrentar. Gracias por siempre estar ahí, por llenarme de amor, y por tu apoyo tanto moral como financiero. A pesar de cualquier adversidad siempre confiaste en mí y en mis capacidades. Solo me queda decir, "¡Lo logramos!".

A mi Madre: Me diste fuerza, me enseñaste a vivir y enfrentar cualquier situación que se me pusiera enfrente, me inculcaste mi fe junto a mi padre, la cual durante tanto tiempo me mantuvo en pie y me ayudo a realizar mis metas. Tus consejos y enseñanzas de vida son las que me convirtieron en la mujer fuerte y profesional que soy.

A mis 3 hermanas: Victoria, tu apoyo y tu amor fue indispensable para llegar a este punto de mi vida. Karen, tu cariño, aunque es de lejos, me lo demostraste todos los días enormemente. Nicole, fuiste la primera que me enseñó lo que significaba tener una amiga incondicional.

A mis seres queridos: Me quedo sin palabras para agradecerles su apoyo, amor, confianza, comprensión, y honestidad. Giselle, has sido mi amiga desde que tengo memoria, eres una hermana más. Carlos, tu apoyo y amor fueron indispensables para llegar hasta el punto de mi vida donde me encuentro.

Resumen Ejecutivo

Este proyecto de práctica profesional ha tenido lugar en el área de envase de Cementos del Norte, S.A., en la línea envasadora VENTOMATIC 3, donde se han presentado fallos constantes diariamente, a causa de que personal encargado de ciertas partes de la máquina, se tarda demasiado en llegar para solventar el problema, ocasionando paros de mayor duración.

Para solventar este problema se ha procedido al análisis y estudio de manuales de uso y funcionamiento de los equipos, luego se ha realizado bitácoras diarias de fallos generales y en los equipos que se analizaron en específico. Seguidamente se ha elaborado el análisis modal de fallos y efectos. Teniendo ya este dato, se ha utilizado como guía el AMFE para el Manual de Mantenimiento Correctivo Planificado.

Mediante la información brindada por los supervisores y el jefe de envase, semanalmente, se ha calculado que la empresa pierde alrededor de L. 25,900,000 solo por causa de paros en la producción de el llenado de bolsas. Por medio de AMFE realizado para crear el manual de mantenimiento correctivo se ha logrado reducir esto a L. 21,238,000. Esto por seguir los lineamientos y orden en el mantenimiento ya planificado, también reduciendo los índices del RNP en las matrices de riesgo.

Como conclusión al final del proyecto se le ha brindado a la empresa un estudio, una herramienta tanto predictiva como correctiva, por medio del AMFE se calcularon los riesgos que puede presentar cada equipo analizado, se logra la elaboración de un manual de mantenimiento correctivo planificado, y se ha obtenido un resultado de una disminución de casi 10 horas de paro por fallos, lo que representa un 18% del tiempo antes perdido.

Executive Summary

This project for the professional internship, takes place in the bag filling area of "Cementos del Norte S.A.", in the filling line "VENTOMATIC III", where there has been constant daily failures because employers of the fabric that are in charge of specific parts of the machine, don't come to solve the problem in time, making the stoppages to be more durable.

To solve the problem, it proceeded to the analysis and study of the manuals of usage and functioning of the equipment. Then it has been done binoculars of the daily general failures in the specifically analyzed equipment, then a Failure and Effect Modal Analysis. Having this done, it has been used as a guide for the Planned Corrective Maintenance Manual.

By the information that the employers, such as supervisors and the boss of the area has given, it has been calculated that the fabric losses at list L. 25,900,000 just for the stoppages in the production of the bag filling. Through the FEMA that has been created, for the elaboration of the manual, it has been reached the reduction of this amount to L. 21,239,000. This, for following the guidelines and order in the maintenance of the now planned manual, reducing the rating of the PRN on the risk matrices.

As a conclusion in the ending of this project, it has been given to the Factory; a study and a predictive/corrective tool, and FMEA that calculates the risk that each analyzed equipment can present, a planned corrective maintenance manual, and finally we had have results of a decrease of almost 10 hours of stoppages, that means and 18% of the time lost before.

Índice

I.	Introducción.....	1
II.	Planteamiento del Problema	2
	2.1 Antecedentes del Problema.....	2
	2.2 Definición del Problema.....	3
	2.3 Preguntas de Investigación.....	3
	2.4 Objetivos.....	4
	2.4.1 Objetivo General.....	4
	2.4.2 Objetivos Específicos	4
	2.5 Justificación.....	5
III.	Marco Teórico.....	6
	3.1 Descripción General de la Industria Cementera.....	6
	3.2 Procesos Para la Elaboración de Cemento.....	6
	3.2.1 Extracción de Materia Prima	7
	3.2.2 Trituración y Prehomogenización	7
	3.2.3 Molienda y Harina Cruda.....	7
	3.2.4 Clinkerizacion.....	8
	3.2.5 Molienda y Cemento.....	8
	3.2.6 Empaque y Despacho	9
	3.3 Tipos de Cemento.....	9
	3.4 Líneas de la Envasadora VENTOMATIC de CENOSA	11
	3.4.1 Deposito de Sacos NORIMAT	11
	3.4.2 Aplacadora de Sacos INFILROTn Z40.....	12
	3.4.3 Ensacadora Giratoria GEV 10/PLUS	14
	3.4.4 Sistema de Manejo de Sacos VENTOSORT CUBE.....	16
	3.4.5 Balanza de Cinta VENTOCHECK.....	18
	3.4.6 Paletizadora de Sacos POLIMAT C40	19
	3.5 Mantenimiento	21

3.5.1 El Mantenimiento Preventivo.....	21
3.5.2 El Mantenimiento Predictivo.....	21
3.5.3 El Mantenimiento Correctivo.....	22
3.6 Análisis Modal de Fallos y Efecto.....	23
3.6.1 Análisis de Fallo.....	23
3.6.2 Concepto.....	23
3.6.3 Historia del AMFE.....	24
3.6.4 Principios y Objetivos del AMFE.....	25
3.6.5 Características del AMFE.....	26
3.6.6 Elaboración del AMFE.....	26
3.6.7 Tipos de AMFE.....	33
IV. Metodología.....	35
4.1 Variables Dependientes.....	35
4.2 Variables Independientes.....	35
4.3 Método y Enfoque.....	35
4.4 Fuentes de Información.....	37
4.5 Cronograma.....	38
V. Análisis y Resultados.....	39
5.1 Análisis.....	39
5.2 Método de Análisis.....	40
5.3 Tabulación de Datos.....	42
5.4 Resultados.....	49
5.5 Aportes.....	51
VI. Conclusiones.....	57
VII. Recomendaciones.....	58
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	60
IX. Anexos.....	66

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Noriamat	11
Ilustración 2. Aplicadora de Sacos	12
Ilustración 3. Ensacadora Giratoria Geo/Gev.....	14
Ilustración 4. VENTOSORT CUBE (VENTOMATIC, 2010b, p. 1)	16
Ilustración 5. Balanza a cinta Ventocheck.....	18
Ilustración 6. Paletizadora de Sacos POLIMAT C40	20
Ilustración 7. El AMFE y su relación con las herramientas de diseño para la calidad	24
Ilustración 8. Diagrama de Pasos Para Elaborar Un AMFE	28
Ilustración 9. Tipos de dependencia entre las causas que originan un modo de fallo	29
Ilustración 10. Numeración, componente, y función del proceso en la que se desempeña.	30
Ilustración 11. Falla Potencia, efecto de esta y severidad.....	30
Ilustración 12. Causas y ocurrencia de falla.....	31
Ilustración 13. Controles actuales e Índice de detección.....	31
Ilustración 14. RPN.....	32
Ilustración 15. Acciones recomendadas y Responsables de realizar estas.	33
Ilustración 16. Ejemplo estructuración del Manual	41
Ilustración 17. Sensor Incrustado en pistón de soporte en NORIAMAT.	66
Ilustración 18. Falta de limpieza en fotocélula en Aplicador de Sacos INFILTO Z40.	66
Ilustración 19. Rose de Interruptor de proximidad en barra de nivel en Aplicador de Sacos INFILTO Z40.	67
Ilustración 20. Suciedad en Interruptor de Proximidad que detecta el rastrillo del Aplicador de Sacos INFILTRO Z40.	68
Ilustración 21. Exceso de Polvo en vía de rodillos.	68
Ilustración 22. Paleta gira sacos en Paletizadora POLIMAT C40.....	69

INDUCE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de Cemento de Cementos del Norte S.A.	10
Tabla 2. Cronograma Semanal de Actividades	38
Tabla 3. Ejemplo de tablas de bitácoras.....	39
Tabla 4. AMFE.....	40
Tabla 5. Datos para la elaboración del estudio, por semana.	42
Tabla 6. Fallas Generales Mas Frecuentes, con el número de veces que han ocurrido durante el periodo de inicio del estudio.....	42
Tabla 7. Análisis Modal de Fallos y Efectos en Equipo NORIAMAT 3M (Maquina con menor cantidad de riesgos.....	45

Tabla 8. Análisis Modal de Fallos y Efectos en Equipo Aplicadora INFILROT Z40(Maquina con riegos intermedios).	46
Tabla 9. Análisis Modal de Fallos y Efectos en Equipo Paletizadora POLIMAT C40 (Maquina con mayor cantidad de riesgos).....	47
Tabla 10. Fallas Generales Mas Frecuentes, con el número de veces que han ocurrido como resultado después de la probar el proyecto.	49
Tabla 11. Disminución de tiempo de fallos y Comparación	50
Tabla 12. Resultados monetarios del estudio realizado.....	52
Tabla 13. Resultados en Equipo NORIAMAT 3M (Maquina con menor cantidad de riesgos).....	53
Tabla 14. Resultados de la Aplicadora INFILROT Z40(Maquina con riegos intermedios)....	54
Tabla 15. Resultados Paletizadora POLIMAT C40 (Maquina con mayor cantidad de riesgos).....	55

Glosario

1. Accionador Neumático: dispositivo inherente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para "mover" o "actuar" otro dispositivo mecánico.
2. Análisis: se define como un estudio profundo de un sujeto, objeto o, situación con el fin de conocer sus fundamentos, sus bases y motivos de su surgimiento creación o causas originales.
3. Componente: es aquello que forma parte de la composición de un todo. Se trata de elementos que, a través de algún tipo de asociación o contigüidad, dan lugar a un conjunto uniforme.
4. Focélula: dispositivo electrónico que responde al cambio en la intensidad de la luz.
5. Mantenimiento: se define como el procedimiento mediante el cual un determinado bien recibe tratamiento a efectos de que el paso del tiempo, el uso o el cambio de circunstancias exteriores no lo afecte.
6. Modo de Falla: posible manera en la que un sistema puede fallar.
7. Motor: son maquina capaz de transformar algún tipo de energía (eléctrica, de combustibles fósiles, etc.), en energía mecánica capaz de realizar un trabajo.
8. Paletizar: colocar mercancía sobre paletas, especialmente de forma automática.
9. Planta: fabrica donde se elaboran diversos productos, se trata de aquellas instalaciones que disponen de todos los medios necesarios para desarrollar un proceso de fabricación.
10. Rendimiento: refiere a la proporción que surge entre los medios empleados para obtener algo y el resultado que se consigue. El beneficio o provecho que brinda algo.

I. Introducción

Este proyecto se realiza en el área de Envase de Cementos del Norte S.A., en base a la envasadora de sacos "Ventomatic III".

La industria del cemento es una de las más destacadas del país, ya que de ella dependen otras áreas de suma importancia en el mismo. El fin de este proyecto es que se lleve a cabo, con un orden ya establecido, la correcta acción inmediata cuando se da un paro en un sistema automatizado mediante un manual de mantenimiento.

"Se define habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento", (García Garrido, 2009).

Existe una preocupación por las fallas diarias sucedidas en las envasadoras de la planta, y al hecho de que cuando se requieren cierto personal que se encargan del mantenimiento o cuidado de sistemas en específico de la máquina, estos no están a tiempo para atender el problema, lo que conlleva a una falla mayor o a un paro de la maquina bastante duradero

Para la elaboración de este manual se utiliza el análisis de modo de falla (FMEA), el cual, a través de una bitácora de fallos continuos en la máquina, no solo se identifica en cuales centrar nuestra atención, sino también con qué frecuencia suceden, cuál es el procedimiento correcto a seguir para que un paro dure lo menos posible y que el mantenimiento se haga de una manera correcta así poder erradicar la falla en su totalidad o hasta donde se tenga alcance.

II. Planteamiento del Problema

2.1 Antecedentes del Problema

La planta cementera, Cementos del Norte S.A. (CENOSA), cuenta con un área de envase automatizado, constituida por 2 líneas envasadoras I y III, encargadas y capaces de llenar 2800 sacos por hora gracias al trabajo en conjunto de todos sus equipos. Estas máquinas fueron adquiridas entre los años 2002 (año en el que se instaló la Ventomatic I) y 2010(año en el que se instaló la Ventomatic III), y su montaje físico y programable tomo alrededor de 2 meses.

Todos los equipos que forman la estructura de la maquina fueron vendidos por el grupo multinacional dedicado a la fabricación de equipamiento para plantas cementeras y mineras "FLSmidth", con sede en Dinamarca. Está a su misma vez fue instalada por una de las empresas que forman parte de este grupo, la empresa Ventomatic, con sede en Italia.

La Ventomatic III presenta fallas diarias producidas por malas prácticas de mantenimiento y falta de aseo. Esta última se da por componentes que no fueron instalados ya que eran opcionales y sugeridos por el fabricante, y con el fin de reducir costos fueron obviadas. Pero ahora se dan las consecuencias ya que piezas clave como, por ejemplo, sensores, fallan por falta de limpieza constante y por posicionamiento erróneo.

2.2 Definición del Problema

Las dos líneas de envase tienden a detenerse varias veces al día, especialmente después del mantenimiento que se le da cada Domingo del mes, ósea cada inicio de semana las fallas son más recurrentes, lo que nos lleva a suponer que algo está pasando en los mantenimientos preventivos. No se están realizando de manera correcta evidentemente.

Los encargados del área de envase, ya sea operadores, mecánicos y supervisores siempre están intentando arreglar de manera empírica las fallas para evitar paros de gran duración, ya que cuando se requiere de la presencia de personal de diferentes áreas encargadas de ciertas partes de la máquina, estos vienen mucho tiempo después, provocando paros bastante duraderos y evitando que se siga la producción llenado de bolsas. El detalle está en que no todos los encargados del área de envase tienen conocimiento exacto de como reparar o cómo actuar cuando se dañan algunos componentes de la máquina.

2.3 Preguntas de Investigación

¿Qué equipos de las máquinas son los que ocasionan paros con más frecuencia?

¿Qué componentes de estos equipos son los que presentan la mayoría de las fallas?

¿Qué tanto se dan estos paros diariamente?

¿Qué acciones correctivas hay que llevar a cabo para disminuir el tiempo de paros o para erradicarlos?

¿Cuál es el riesgo que producen estas fallas tanto en la máquina como en la producción diaria?

2.4 Objetivos

Según Pérez Serrano(2002), "Los objetivos de un proyecto son los logros que queremos alcanzar con la ejecución de una acción planificada. Los objetivos en un proyecto constituyen el punto central de referencia, son los que conforman su naturaleza más específica y le dan coherencia al plan de acción".

2.4.1 Objetivo General

Desarrollar un manual de mantenimiento correctivo a través de un análisis preventivo, para la acción inmediata en caso de fallas en ciertos equipos de la envasadora III de Cementos del Norte S.A.

2.4.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar a través de un análisis de riesgos, fundamentado con la herramienta predictiva FMEA, las fallas más recurrentes que ocurren a diario en los equipos de las envasadoras.
- Optimizar los tiempos de duración de las fallas, siguiendo las recomendaciones del manual.
- Establecer un formato en tablas elaboradas en Office Word, que esté al alcance y sea de sencilla interpretación para cualquier encargado del área de envase.
- Evitar pérdidas de tiempo por falta de comunicación entre encargados de las diferentes áreas.

2.5 Justificación

La razón por la que se utiliza la herramienta de predicción de Análisis de Modo y Efecto de Falla (FMEA) es porque con esta podemos llevar un orden de que acción realizar en cualquier caso dado, y en que componente. Y así poder tomar la acción correctiva inmediata evitándonos tener que contactar personal de otras áreas con las que es costoso comunicarse, y a su vez evitando un paro más duradero o que vuelva a suceder.

Se posee un documento dinámico en el cual estará recopilada y clasificada mucha información acerca del proceso y los equipos que interfieren y hacen posible este.

Según (Lagares, 2015) "Un sistema máquina herramienta o producto dado se divide en sus piezas o componentes básicos. Lo primero que debe hacer el encargado de realizar el análisis es preguntarse:

- ¿Como podría fallar la pieza?
- ¿Qué probabilidad hay de que ocurra?
- ¿Cuál sería el efecto si falla?

Se identificará el modo de falla de cada pieza y se determinará su efecto en la función del producto".

Teniendo las respuestas a las preguntas citadas anteriormente, podemos saber en qué componentes de que equipo en específico fijar nuestra atención, así también poder saber cuál es el riesgo que se corre al suceder una de estas fallas.

III. Marco Teórico

3.1 Descripción General de la Industria Cementera

La industria cementera en Honduras es una de las más importantes e indispensables que puede haber en el país. Con estas, somos capaces de llevar a cabo obras de infraestructura, ya sea personales o para beneficio del país. Esta puede afectar el ambiente si los procesos no son llevados a cabo de manera correcta, pero en caso contrario, pueden ser de algún tipo de beneficio para el mismo.

Rodríguez, Frías, & Rojas (2010) Afirman:

La industria cementera contribuye de manera importante al equilibrio medioambiental, ya que reduce sustancialmente la cantidad de vertidos de estos residuos incorporándolos al proceso industrial. Estos residuos se pueden incorporar en cuatro fases del proceso: como correctores de las materias primas (la ceniza de pirita, arenas fundición); como combustibles alternativos (aceites neumáticos); como adiciones activas al Clinker Portland (cenizas volantes, humo de sílice, esquistos calcinados) y como árido de reciclado en base y subbase de carreteras, así como en la fábrica de hormigones. (p. 9)

3.2 Procesos Para la Elaboración de Cemento

Según Sanjuan Barbudo (2004)“El cemento es un material básico para la edificación. Su principal propiedad es la de formar masas pétreas resistentes y duraderas cuando se mezcla con áridos y agua. El endurecimiento de la mezcla ocurre un cierto tiempo después de que se realiza la mezcla”. (p. 4)

3.2.1 Extracción de Materia Prima

En el caso de Cementos del Norte S.A., la materia prima es directamente extraída de canteras cercanas a la planta de Bijao. Estas consisten en piedra caliza y esquisto que son extraídas por medio de desgarre (tractores) o voladura(explosivos).

3.2.2 Trituración y Prehomogenización

En este proceso se busca la reducción de tamaño del material proveniente de las canteras, por medio de trituración, desde diámetros de 1 metro hasta partículas menores de 1 pulgada. Este producto triturado se almacena en galeras cilíndricas de prehomogenización con el objetivo de asegurar una mayor uniformidad en la distribución química de los materiales y así reducir la variación en la calidad del material para lotes tan grandes como 18,000 ton, los que quedan listos para ser utilizados en la siguiente etapa.

3.2.3 Molienda y Harina Cruda

Se continúa reduciendo el material ya triturado, y pasa por un proceso de secado, previo a pasar a altas temperaturas en los hornos. Los molinos reciben los materiales triturados y prehomogenizados, y en ellos se realiza simultáneamente la mezcla y pulverización de estos.

La composición química de la mezcla de minerales es determinada en línea, a través de un analizador de neutrones previo a la entrada al molino, lo que permite que durante el proceso de molienda de harina cruda se realicen ajustes continuos en la proporción de los materiales. Esto se realiza para saber qué tan pura esta nuestra mezcla.

El producto es un polvo muy fino, por ello llamado "harina cruda", con la composición química adecuada para el tipo de cemento que se esté produciendo. La reducción en la variación de la calidad de la harina cruda se hace posible gracias al almacenamiento de esta en silos especiales para homogenización. Una segunda etapa en el control de calidad de la harina cruda se realiza en el producto que está entrando a los silos, a través de un analizador de rayos X, que pueden realizar análisis químicos completos en tiempos muy cortos y con gran precisión.

3.2.4 Clinkerizacion

La harina cruda proveniente de los silos es alimentada a hornos rotatorios en los que el material es calcinado y semifundido al someterlo a altas temperaturas (1450°C). Aquí se llevan a cabo las reacciones químicas entre los diferentes óxidos de calcio, sílice, aluminio, hierro y otros elementos en trazas menores, que se combinan para formar compuestos nuevos que son enfriados rápidamente al salir del horno. Al producto enfriado de los hornos se le da el nombre de Clinker y normalmente es granulado, de forma redondeada y de color gris oscuro. En la planta de Bijao se cuenta con 2 hornos con una capacidad total de diseño de 5,500 toneladas/día de producción de Clinker y pueden usar combustibles derivados del petróleo, carbón, coque de petróleo y otros combustibles alternativos

3.2.5 Molienda y Cemento

El siguiente paso en el proceso de producción de cemento es la molienda del Clinker, en forma conjunta con otros minerales que le confieren propiedades específicas al cemento. El yeso, por ejemplo, es utilizado para retardar el tiempo de fraguado (o endurecimiento) de la mezcla de cemento y agua, y así permitir su manejo. También se pueden adicionar otros materiales como las puzolanas o arenas volcánicas, las

que producen concretos más duraderos, impermeables y con menor calor de hidratación, que un cemento Portland ordinario compuesto sólo por Clinker y yeso.

Una vez más el análisis del producto saliendo del molino es prioritario, por lo que el mismo también se lleva a cabo por medio de un analizador de rayos X, que permite el ajuste en las proporciones de los materiales y así obtener las características del cemento específico que se está produciendo. El control del tamaño de las partículas de cemento molido es otra variable de gran importancia, pues afecta grandemente sus propiedades; por lo que su medición frecuente es considerada.

3.2.6 Empaque y Despacho

Finalmente, el cemento producido y almacenado en silos puede ser despachado en pipas a granel para los grandes consumidores, o envasado en sacos. El peso neto utilizado tradicionalmente en Centro América para el cemento en sacos es de 42.5 kilogramos. (93.7lb.). En la planta Bijao se cuenta con 2 líneas de envasado de 3,000 sacos/hora cada una; una de ellas totalmente automatizada con capacidad de paletizar el producto.

3.3 Tipos de Cemento

Según Castells (2012) "Algunos tipos de cementos que se pueden encontrar en la industria debido a las propiedades puzolánicas que exhiben las escorias siderúrgicas, en particular las de estructura amorfa, es posible formular cementos como: Cementos de escoria, Mezclas de Portland, escoria de alto horno granulada, Clinker, Portland y Yeso".(p. 65)

En cementos del Norte S.A. se manejan tres tipos de cementos, los cuales son empaquetados en diferentes diseños de bolsas a causa de identificar hacia donde deben ser enviados, ya que esta empresa distribuye a otros países como, Guatemala, El salvador y México. En la siguiente tabla podremos apreciar mejor la clasificación de los tipos de cemento:

GU	Tipo 1	HE8
Verde	Saco Tipo 1	Albañilería
Azul	Saco Tipo 2	Saco HE
Azul – Rojo	Cemex Tipo 1	Cemex HE Industrial
Plástico GU		
Cemento Americano		
Cemex Volcán		
Tolteca GU		
Bolsas sin Impresión		

Tabla 1. Tipos de Cemento de Cementos del Norte S.A.

Fuente: Propia (CENOSA)

3.4 Líneas de la Envasadora VENTOMATIC de CENOSA

Las líneas de envase constan de un grupo de 6 máquinas una dependiente de la otra las cuales se encargan de llenar, limpiar, medir el peso, transportar, moldear y paletizar los sacos, para así poder ser transportados hacia sus destinos.

3.4.1 Depósito de Sacos NORIAMAT

El depósito de sacos Noriamat se encarga de transportar los sacos vacíos hasta la Aplicadora. Este se mueve por medio de un motor reductor de 240V, que se encarga del movimiento rotatorio de chumaceras que transportan grupos de rastrillos donde se sostienen las bolsas y paran hasta llegar a su destino, el cual es la mesa de la Aplicadora de Sacos INFILROT Z40.

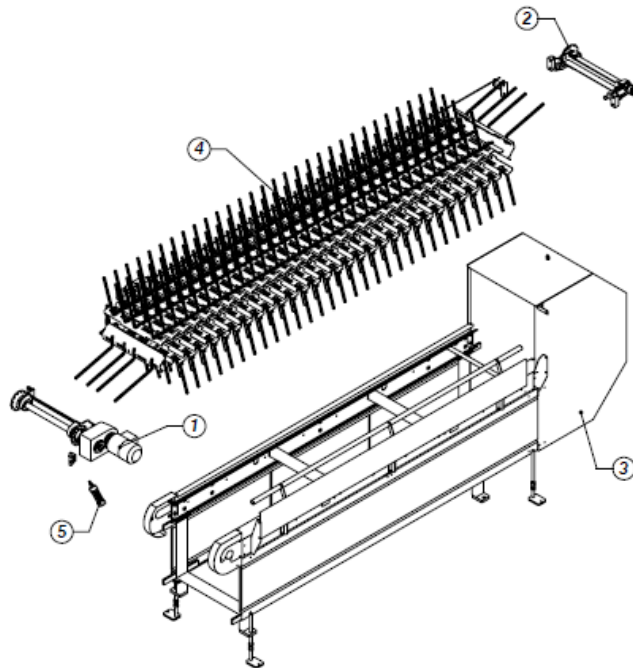


Ilustración 1.Noriamat

Fuente: (Ventomatic, 2010)

3.4.2 Aplacadora de Sacos INFILROT Z40

El ciclo de funcionamiento del aplicador de sacos Infilrot Z40 comienza con el abastecimiento de la máquina con un sistema de alimentación de sacos, constituido generalmente por un depósito de sacos (tipo NORIAMAT) o por un despaletizador (tipo VENTOFEEED). El paquete de sacos está ubicado en el trasladador de sacos que lo recibe y lo posiciona adentro de la máquina. Un sensor detecta el completamiento de la rotación del trasladador de sacos y a través del panel operador activa el carro empujador para empujar los sacos hasta la mesa de levantamiento donde serán alzados.

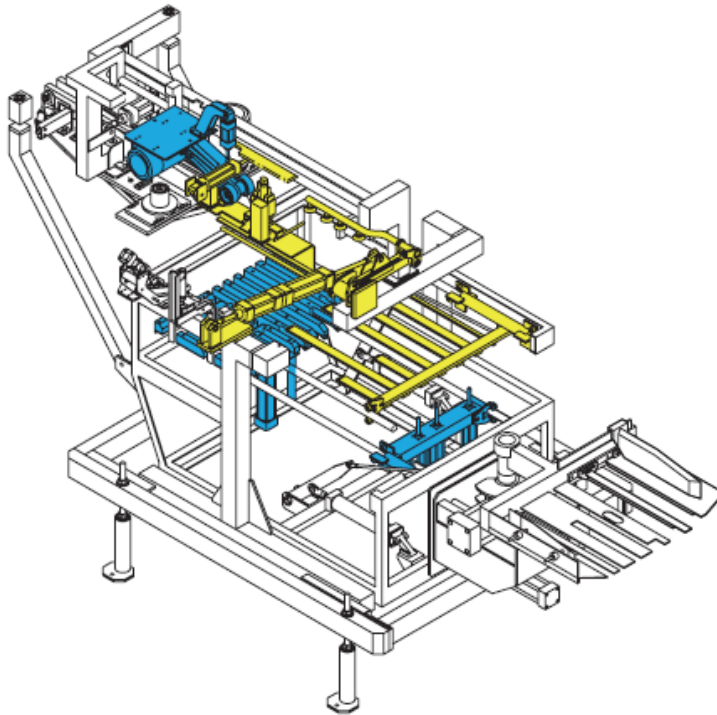


Ilustración 2. Aplicadora de Sacos

Fuente: VENTOMATIC (2008)

El aplicador de sacos Infilrot Z40 es una máquina proyectada para aplicar automáticamente sacos de papel vacíos en las boquillas de la ensacadora rotativa. La máquina permite la utilización de sacos de 25 kg. y de 50 kg. con dimensiones

variables y se configura en modo automático dependiendo del tipo de saco que se utilizará. La alimentación de los sacos en el aplicador de sacos se produce de modo continuo alcanzando una capacidad máxima de producción de 4200 sacos/ hora para sacos de 25 kg. y 3600 sacos/hora para sacos de 50 kg. (VENTOMATIC, 2008, pp. 3-2)

El primer saco de la pila es tomado por las ventosas que lo llevan a la posición adecuada para ser enviado a la zona de lanzamiento. Cuando el saco está en posición, dos ruedas de goma en constante rotación bajan hasta entrar en contacto con la válvula del saco y lo envían al cono de lanzamiento. En la zona de lanzamiento dos correas contrapuestas lo arrastran hacia la ensacadora para aplicarlo en la boquilla. Cuando la pila de sacos disminuye, un sensor detecta la máxima altura que la mesa de levantamiento puede alcanzar y a través del panel operador activa las horquillas de soporte de avanzar y sostener los últimos sacos que quedan en la mesa. Esta operación permite a la mesa bajar y recibir otro paquete de sacos y hace posible que la máquina mantenga una alimentación continuada.

3.4.3 Ensacadora Giratoria GEV 10/PLUS

El ciclo de funcionamiento de la ensacadora giratoria Geo/Gev inicia con la aplicación de sacos vacíos en las boquillas de la máquina a través de un sistema de aplicación de sacos o con la aplicación manual de los mismos.

Un sensor detecta la presencia del saco vacío en la boquilla de la ensacadora y el panel operador realiza el auto calibra para dar inicio al ciclo de llenado. La porta saco sostiene el saco durante el ciclo de llenado y mediante una celda de carga determina el peso del producto que está dentro del saco. En la parte superior de la ensacadora está prevista una tolva para la contención y la alimentación del producto. La válvula de mariposa, montada bajo la tolva, permite el pasaje del producto hacia el dosificador que lo traslada y lo distribuye en el tanque.

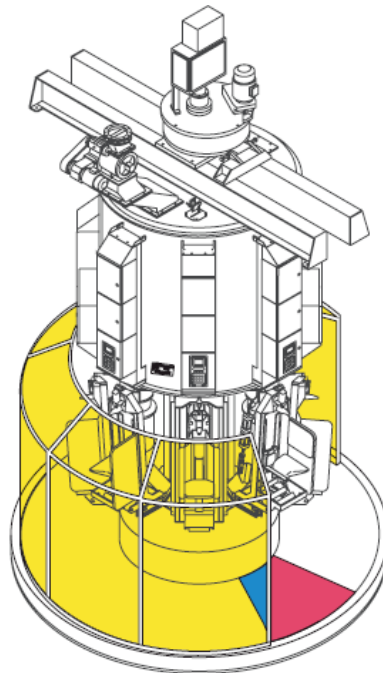


Ilustración 3. Ensacadora Giratoria Geo/Gev

Fuente: Ventomatic, (2009)

Ventomatic (2009) Nos afirma que:

“Las ensacadoras giratorias Geo/Gev son máquinas proyectadas y fabricadas para dosificar y llenar sacos de papel con válvula pegada o sacos cosidos con productos en polvo (cemento, cal, talco y premezclados)”. (pp. 3-2)

El producto es enviado del tanque a la boquilla de la ensacadora tramite el grupo bomba. La guillotina intercepta el pasaje del producto con la abertura completa al inicio del ciclo de llenado, mientras en la última fase se posiciona en abertura parcial para cerrarse completamente al logro del peso programado. Finalmente, el saco lleno se encontrará en la línea de evacuación para ser depositado sobre la cinta transportadora.

3.4.4 Sistema de Manejo de Sacos VENTOSORT CUBE

El sistema de tratamiento de sacos ha sido diseñado y realizado para optimizar la producción de las líneas automáticas de ensacamiento. El sistema se instala después de una ensacadora y está formado por una serie de máquinas con funciones específicas que efectúan de modo automático las operaciones de limpieza del saco, la verificación del peso y el posible descarte del saco que no se ajuste al peso o no pesable.

Según (VENTOMATIC, 2010b, p. 36)

“El sistema de tratamiento de sacos Ventosort Cube está gestionado por un sistema que monitoriza toda la línea de ensacamiento, mediante señales que recibe o envía a los aparatos conectados a éste. Cuando las cintas transportadoras que componen la línea de evacuación de sacos están en marcha, listas para ser alimentadas, se da el consenso para el arranque de la desecha sacos con las relativas hojas y la criba. En secuencia se activan la balanza, la cinta, la limpia maltrata sacos y a continuación la cinta evacuadora y la ensacadora que empieza a evacuar sacos. Esta secuencia de arranque permite eliminar posibles sacos que hayan quedado en la línea”. (p. 36)

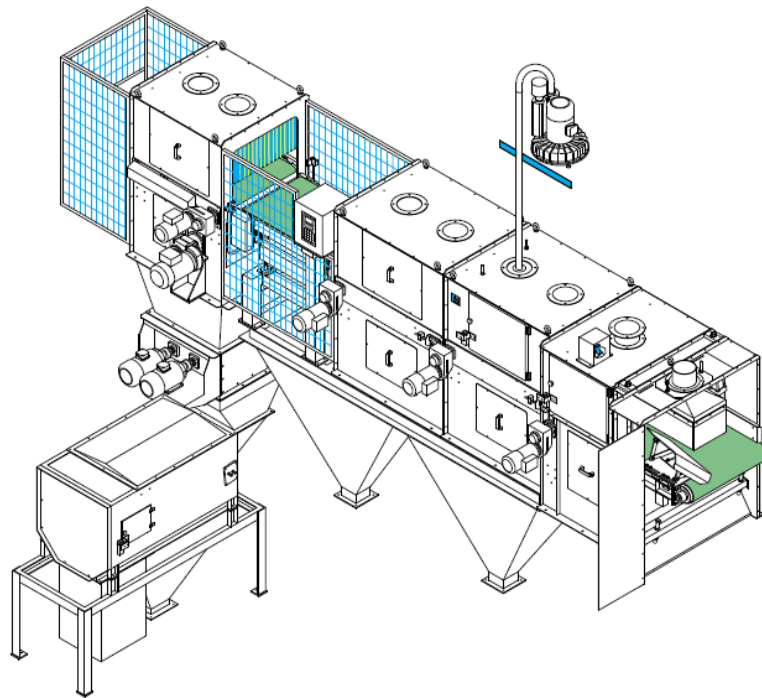


Ilustración 4. VENTOSORT CUBE (VENTOMATIC, 2010b, p. 1)

Fuente: VENTOMATIC (2010)

El sistema de tratamiento de sacos Ventosort Cube está gestionado por un sistema que monitoriza toda la línea de ensacado de cemento, mediante el envío y recepción de señales a los equipos conectados a la red BITBUS.

3.4.5 Balanza de Cinta VENTOCHECK

Los principales grupos que constituyen la máquina son:

Panel de comando, posicionado en la parte alta, controla las operaciones de pesado; al interno están posicionados los dispositivos eléctricos y electrónicos de la balanza; La cinta transportadora sobre la cual transita el saco de pesar está montada sobre el telar móvil; Un telar que, conectado a un telar fijo a través de celdas de carga, determina el peso del saco en tránsito; Grupo fotocélula, las de entrada detectan el saco en tránsito y, después de un tiempo establecido (tiempo de espera), habilitan el pesado; mientras las de salida detectan el saco pesado y restablecen las funciones de la máquina.

Las balanzas de control automática VENTOCHECK comprenden toda la experiencia Ventomatic en el sector de los sistemas de pesado electrónico digital con cientos de unidades en función en Europa y en el mundo. Estas son protegidas por la pesadura dinámica de los sacos de cemento (o productos similares) con peso comprendido entre los 10 y los 60 kg., con extrema precisión hasta a elevada potencialidad, además pueden ser usadas también - con oportunas ejecuciones especiales - en ambientes industriales y/o climáticos difíciles. El peso de los sacos es detectado con la técnica de las celdas de carga con extensómetros, de las cuales la señal viene elaborada por un sistema de pesado electrónico digital. (VENTOMATIC, 2005, p. 24)

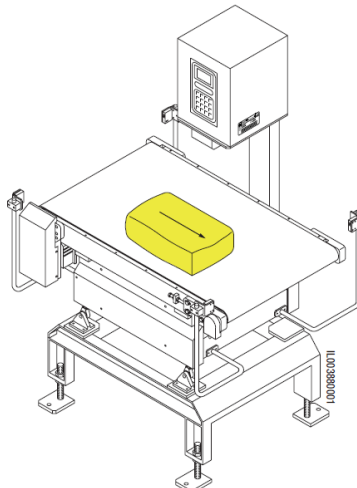


Ilustración 5. Balanza a cinta Ventocheck

Fuente:(VENTOMATIC, 2005, p. 1)

3.4.6 Paletizadora de Sacos POLIMAT C40

VENTOMATIC (2010) Afirma:

La paletizadora Polimat C40 es una máquina automática que dispone los sacos en tarimas. Los sacos pueden tener dimensiones diversas y su disposición puede asumir varias configuraciones en base al programa seleccionado. Este tipo de paletizadora garantiza la máxima estabilidad y la protección del producto en las fases de desplazamiento de la tarima. Las operaciones efectuadas durante la producción son las siguientes: cadenciamiento de los sacos;

- Prensado de los sacos;
- Aceleración de los sacos;
- Rotación de los sacos;
- Formación de la semi capa;
- Traslación de la semi capa;
- Formación de la capa;
- Depósito de la capa;
- Formación de la tarima;
- Evacuación de la tarima.

El ciclo de funcionamiento para la formación de una capa en la Paletizadora se da en el siguiente orden:

- Los sacos pasan por la candenciadora/planadora, que se encarga de aplanar el saco para la formación recta del pallet.
- Luego avanzan al grupo orienta sacos, el cual, por medio de una secuencia binaria, deja que dos sacos avancen en su formación recta, y gira 3 de ellos para formar la segunda semi capa, por medio de paletas orientadoras que son accionadas según el número de sacos que vayan avanzando.
- Al ser orientados estos pasan a una vía de rodillos donde son empujado por un desplazador, uniendo las dos semi capas para formar una y llevarla a los planos abribles.

- Al encontrarse en los planos abribles, la capa es detectada y se abren los planos para que los sacos queden sobre la mesa de levantamiento, poco a poco se forma el pallet de 5x8.
- Al estar listo estos son transportados por mesas de vías de rodillos, donde está lista para ser cargados en camiones por medio de montacargas.

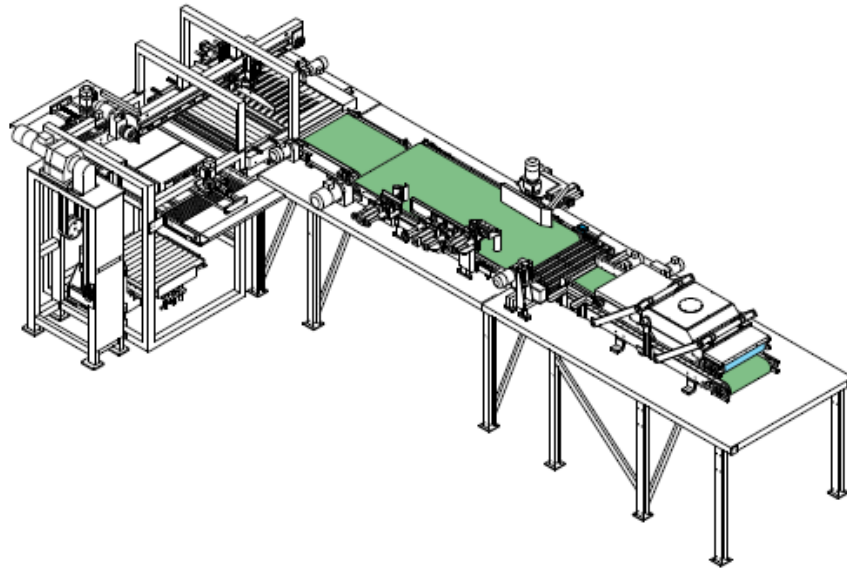


Ilustración 6. Paletizadora de Sacos POLIMAT C40

Fuente: (VENTOMATIC, 2010a, p. 1)

3.5 Mantenimiento

Según Pizarro (2015) "Se entiende por mantenimiento la función empresarial cuyo fin es el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto las productivas como las auxiliares y de servicio, es el conjunto de acciones y tareas necesarias para conservar o restablecer un sistema". (p. 11)

Existen varios tipos de mantenimiento, pero entre ellos destacan el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.

3.5.1 El Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo se encarga de detectar anomalías antes de que estas produzcan una falla importante en el sistema. Se da con el fin de conservar y mantener el buen funcionamiento de la maquina e instalaciones.

Según (Jimenez Raya, 2018), las principales ventajas de este tipo de mantenimiento serian:

- Conocimiento del estado de funcionamiento de las instalaciones.
- Mejora de las condiciones de seguridad laborales.
- Aumento de la vida útil de las instalaciones.
- Mayor rendimiento de trabajadores y maquinas.
- Disminución en los costes de reparación de averías. (p.31)

3.5.2 El Mantenimiento Preventivo

Es un mantenimiento en el que en vez de hacer sustituciones o actividades en los componentes (como en el predictivo) solo se analizan de manera periódica, así a través de estos análisis, se llegan a identificar fallas.

El mantenimiento preventivo de la maquina está especialmente indicado en aquellas maquinas en las que un fallo produce un elevado riesgo para la seguridad (grandes

maquinas, maquinas que trabajan materia peligrosa, etc.) o tienen un coste elevado, bien por la posibilidad de un fallo catastrófico de la maquina o por provocar una parada de producción. (Lita, Beltrán, & Mañes, 2006, p. 14)

3.5.3 El Mantenimiento Correctivo

EL mantenimiento correcto es aquel que toma en cuenta los daños causados por varios factores, ya sea de uso, tiempo de trabajo de una máquina, etc... Este se da cuando la falla ya ha ocurrido o está ocurriendo, es reparar esta, teniendo conocimiento previo de cómo hacerlo en ese instante.

(González, 2018) Afirma:

El mantenimiento correctivo puede ser planificado o no planificado.

- Es planificado cuando se conoce de antemano que operaciones hay que realizar en el equipo averiado, por lo que se dispone del personal, repuestos, documentos técnicos necesarios para llevarlo a cabo.
- Es no planificado, cuando de emergencia debido a una avería imprevista o a tener que satisfacer un problema de seguridad, de contaminación o de normativa.

3.6 Análisis Modal de Fallos y Efecto

Según Cuatrecasas (2005) “ El Análisis Modal de Fallos y Efectos, es una metodología que permite analizar la calidad, seguridad y/o fiabilidad del funcionamiento de un sistema, tratando de identificar los fallos potenciales y, por tanto, tratando de prevenir problemas futuros de calidad”. (p. 149)

3.6.1 Análisis de Fallo

Según Fernández (2005) “El análisis de fallo en mantenimiento para evitar errores en las fases o procesos preventivos o correctivos se identifica con el denominado AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos), que a su vez se fundamenta en los estudios de árboles de fallos y modos y repercusiones de estos”. (p. 247)

3.6.2 Concepto

Es un método analítico que permite evaluar, durante la fase de diseño de un producto, servicio o procesos, la probabilidad de ocurrencia de un fallo, la gravedad de este y la posibilidad de su detección. En un AMFE se sintetizan los conocimientos de los especialistas, dirigidos a la identificación de los puntos débiles de un producto. (Domingo Navas, & Pérez, 2013, p. 169)

Esta metodología comienza desde el estudio de los fallos y la razón de su causa a partir de sus efectos. Los cuales afectaran en un proceso, diseño, sistema o máquina. Por medio de los mismos fallos se descubre las soluciones a estos, para así evitarlos y en el mejor de los casos erradicarlos. En la siguiente figura, se observa la relación del AMFE con las herramientas de diseño para la calidad.

Para realizar el estudio se necesita de un plan de control, donde se elabora una estructura en la que se enlistan los segmentos necesarios como para poder analizar y estudiar el fallo a fondo.

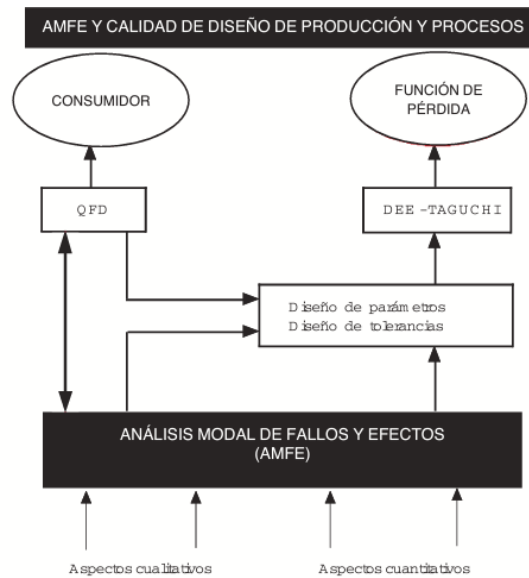


Ilustración 7. El AMFE y su relación con las herramientas de diseño para la calidad

Fuente: (Cuatrecasas, 2005, p. 151)

3.6.3 Historia del AMFE

El AMFE nace como resultado de los métodos de Kepner y Tregoe, conocido como técnicas KT, en el cual se analizaban las causas potenciales de fallos, la probabilidad de que estas ocurrieran y la gravedad de este.

El análisis modal de fallos y efecto se utilizó por primera vez en la década de los cincuenta en la industria aeroespacial militar de los Estados Unidos de Norteamérica, en la cual se estableció como seria el plan y su organización.

Este método se desarrolló y es utilizado por primera vez por la NASA en el proyecto Apolo, y después se introduce tales como; la aeronáutica, la nuclear, la electrónica y la automoción. En este último sector las 3 grandes compañías

norteamericanas, Ford, Chrysler y General Motors exigen a sus proveedores el empleo de esta técnica, pues es uno de los requisitos contemplados en la norma QS9000, el referencial que define el sistema de calidad que han de cumplir todos sus suministradores de primer nivel; al similar ocurre en la industria alemana del automóvil. (González Gaya et al., 2013, p. 170)

3.6.4 Principios y Objetivos del AMFE

El análisis Modal de Fallos y Efectos contribuye a una empresa al mejorar el mantenimiento y alargar la vida útil de un producto o sistema. Este lo realiza por medio de la investigación profunda de los elementos que lo componen y en los que se calcula según este mismo análisis que están en mayor riesgo de producir un fallo, por ejemplo, en una máquina.

Según Cuatrecasas(2005), Podemos señalar como objetivos del AMFE:

- Análisis de los fallos que pueden afectar a un producto o sistema y las consecuencias de éstos sobre los mismos.
- Identificación de los modos de fallo, así como la priorización de estos modos sobre los efectos en el producto o sistema de estudio, teniendo en cuenta para ello diferentes criterios.
- Determinación de los sistemas de detección para los distintos modos de fallo y aseguramiento de estos a través de revisiones periódicas.
- Satisfacción del cliente (interno y externo) mediante la mejora de la calidad del proceso o del diseño del producto.

3.6.5 Características del AMFE

El AMFE es una herramienta que nos permite identificar, evaluar y diseñar estrategias de mejora de los posibles fallos de un procesos o producto, prediciéndolo desde antes estos. Esto se efectúa mediante la realización de análisis de efectos que tienen dichos fallos, sus causas, su frecuencia y la posibilidad de detectarlo a tiempo.

Aranaz, Aibar, Vitaller, & Mira (2008) Nos indica ciertas características de este análisis:

- Proactivo: Se realiza un análisis a priori de los potenciales modos de fallo del proceso o servicio, esto es, antes de que hayan ocurrido.
- Sistemático: el análisis se estructura de tal forma que se asegura la consideración de casi la totalidad de los modos de fallo.
- Permite la Priorización: el análisis evalúa cada modo de fallo asignado una puntuación con el objetivo de ordenar la necesidad de llevar a cabo determinadas estrategias preventivas.
- Participativo: es necesario un trabajo de equipo en el que los integrantes tengan conocimiento de los aspectos relacionados con el proceso o producto a evaluar, de forma que el equipo ha de ser multidisciplinar y abarcar la totalidad del proceso. (p. 179)

3.6.6 Elaboración del AMFE

Pardo Álvarez (2017) Afirma: Los pasos habituales para elaborar en AMFE de procesos son:

- Identificar los posibles modos de fallo (riesgos) para las distintas actividades del proceso, determinando las consecuencias o impactos que estos tendrían para la organización y señalando las posibles causas que los generan.

- Analizar los modos de fallo identificados en función a 3 criterios:
 - Gravedad: pérdida que puede provocar el modo de fallo para la organización. La pérdida se traduce habitualmente en un coste económico o de insatisfacción de los clientes.
 - Ocurrencia: repetitividad potencial del modo de fallo o de la causa o causas que lo producen.
 - Detectabilidad: capacidad de detección del modo de fallo antes de que llegue al cliente externo
- Multiplicar las valoraciones de los criterios, gravedad, ocurrencia y detectabilidad calculando el denominado Índice de Prioridad de Riesgo o Numero de Prioridad de Riesgo (IPR o NPR). Es una valorización de riesgo operacional, debe ser calculado para todas las causas de fallo.
- Determinar riesgos prioritarios: para ello, previo al cálculo del IPR o NPR, o bien una vez calculado, estableceremos un valor límite para el mismo, que representara el valor fronterero a partir del cual la organización debe actuar sobre los modos de fallo.
- Proponer acciones para tratar los riesgos prioritarios e implementarlas: la efectividad de las acciones adoptadas para eliminar o minorar las causas que originan los modos de fallo determinara la eficacia en la gestión del riesgo operacional.

Según Cuatrecasas (2005) "En el desarrollo de un AMFE partimos del producto o proceso de diseño, con la elaboración de un diagrama donde aparecen todos los elementos posibles, y a través de un método sistemático".(p. 151)

Para poder realizar un AMFE debemos llevar un orden ya definido, el cual se muestra a continuación en la figura. 2.

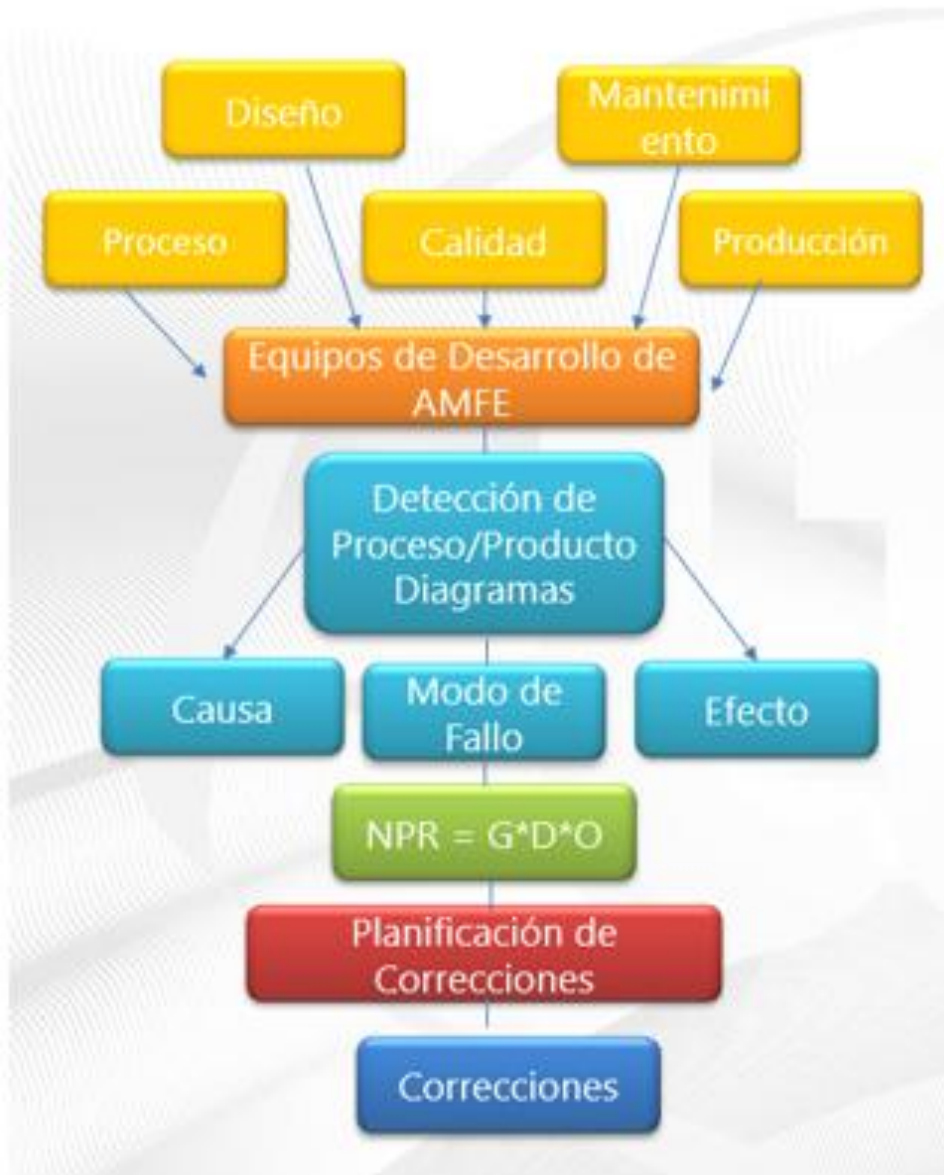
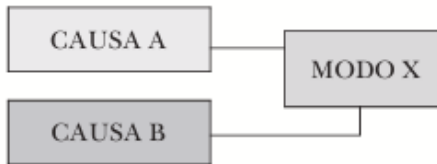


Ilustración 8.Diagrama de Pasos Para Elaborar Un AMFE

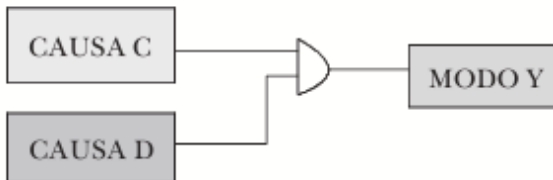
Fuente: (Cuatrecasas, 2005, p. 151)

Hay cuatro causas independientes del modo de fallo:

1. Causas independientes entre sí.



2. Causas dependientes, para que exista el modo de fallo es necesario que se produzcan ambas.



3. Causas encadenadas que dan lugar a un modo de fallo.



4. Relación múltiple de distancias causas que producen un único modo de fallo.

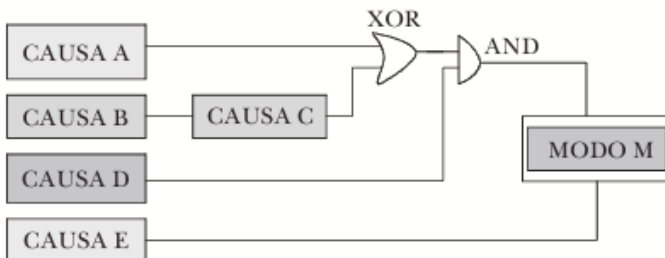


Ilustración 9. Tipos de dependencia entre las causas que originan un modo de fallo

Fuente:(Cuatrecasas, 2005, p. 155)

3.6.6.1 Partes del Equipo analizar.

Para comenzar con el análisis modal de fallos y efecto necesitamos enlistar los componentes que a nuestro criterio presenten el mayor número de fallas, se le da una enumeración y se presenta a que función cumplen. En la figura.7 podremos observar un ejemplo.

No	Componente	Función del Proceso
1	Motor Reductor (2) 220V controlados por un variador de frecuencia. Trifásico	Acciona la banda prensadora superior e inferior

Ilustración 10. Numeración, componente, y función del proceso en la que se desempeña.

Fuente: PROPIA

3.6.6.2 Fallas, Efectos y Severidad

Seguidamente se da a conocer la falla y el efecto que esta presentara en el procesos, diseño, sistema o producto a analizar. Con esto podemos denotar el índice de severidad que esta falla provocara al ocurrir. Podremos ver un ejemplo en la fig.8.

Falla Potencial	Efecto potencial de la Falla en el Proceso	Severidad
Se dispara el motor, falla en el termico.	Las bandas se detienen y los sacos siguen llegando, lo que formara un atascamiento severo. Se mandara una señal que parar la maquina.	9

Ilustración 11. Falla Potencia, efecto de esta y severidad.

Fuente: PROPIA

3.6.6.3 Causas e Índice de Ocurrencia.

Cuando hablamos de causas nos referimos a lo que ocasionara que esta falla ocurra. Sabiendo esto, podemos llegar a evitarlo. En este segmento no solo se presentan las causas, también con que ocurrencia se dan.

Causas Potenciales de la Falla	Ocurrencia
Se esta forzando el motor Sobrecorrientes Daños en rodamientos Daños en las terminales en la caja de conexiones. Desconfiguracion de Parametros en el variador. Voltajes irregulares en las terminales.	4

Ilustración 12. Causas y ocurrencia de falla.

Fuente: PROPIA

3.6.6.4 Controles Actuales e índice de Detección

En los controles actuales establecemos que es lo que la empresa realiza cuando se da el fallo, como reaccionan, que acciones se toman. El índice de detección es de qué manera se detecta la falla.

Control actual de Deteccion	Deteccion
Cambiar Motor	8

Ilustración 13. Controles actuales e Índice de detección.

Fuente: PROPIA

3.6.6.5 RPN

El número de prioridad de riesgo (RPN) nos ayuda a detectar en que falla debemos centrar nuestra atención. El RPN es un número entre 1 y 1000 que nos indica la prioridad que se le debe dar a cada falla para eliminarla. Cuando el RPN es superior a 100 es un claro indicador de que deben implementarse acciones de prevención o corrección para evitar la ocurrencia de las fallas, de forma prioritaria. Sin embargo, el objetivo general es el de tratar todas las fallas; muchos expertos coinciden en que un RPN superior a 30 requiere de un despliegue enfocado en el tratamiento del modo de falla. El RPN es el producto de la severidad, ocurrencia, y detección.

Fuente: PROPIA

Falla Potencial	Efecto potencial de la Falla en el Proceso	Severidad	Causas Potenciales de la Falla	Ocurrencia	Control actual de Deteccion	Deteccion	RPN
Se dispara el motor, falla en el termico.	Las bandas se detienen y los sacos siguen llegando, lo que formara un atascamiento severo. Se mandara una señal que parar la maquina.	9	Se esta forzando el motor Sobrecorrientes Daños en rodamientos Daños en las terminales en la caja de conexiones. Desconfiguracion de Parametros en el variador. Voltajes Irregularidad en las terminales	4	Cambiar Motor	8	288

Ilustración 14. RPN

3.6.6.6 Acciones Recomendadas y Encargados

Al recomendar acciones, damos posibles soluciones, a las posibles fallas que pueden ocurrir. Y así poder utilizar estas para otros fines. Al igual se menciona los encargado o responsables.

Acciones Recomendadas	Responsables
Siempre revisar cual es la razon por la que se dispa el termico. No cambiarlo de una vez por que puede que esten desechando un motor que talvez tiene un pequeño daño rapidamene reparable. Revisar los rodamientos. Simple revisar las terminales de la caja de conexiones. Puede que las bandas se desalinien, en ese caso, centrarlas. Hacer una previa revision en parametros, puede que el motor se descontrole por algun reset hecho anteriormente y el variador se desconfigure. Controlar el aceite de los reductores y su nivel. Engrasar los soportes.	Area de Envase

Ilustración 15. Acciones recomendadas y Responsables de realizar estas.

Fuente: PROPIA

3.6.7 Tipos de AMFE

Es de crucial importancia identificar en que se basa nuestro análisis AMFE y en que se está aplicando.

Por su aplicación se puede hablar de AMFE de productos o de procesos. Mientras que el AMFE de diseño o de producto va dirigido al diseño del producto principal y sus componentes, el AMFE de procesos está dirigido al proceso de fabricación, es decir, a los medios de producción que se utilizan. No obstante, existe una clara correlación o secuencia lógica entre ambos, ya que el AMFE de diseño puede haber identificado una deficiencia del proceso, como la causa de un modo de fallo particular de un componente. (Miranda Gonzales, Chamorro Merra, & Lacoba, 2007, p. 135)

El AMFE podrá realizarse a cualquiera de los sistemas siguientes:

- Al producto diseñado. Se emplea como herramienta de análisis para la optimización del diseño de un producto, mediante la validación de los planos o del cuaderno de cargas funcional de este.
- Al proceso con el que será fabricado. Se emplea, igualmente como herramienta de análisis para la optimización y validación del proceso de fabricación del producto.

- Al medio empleado para elaborarlo. También, como herramienta de análisis en la optimización y validación del plan de mantenimiento del medio, que nos asegure su uso sin riesgo en la utilización, ni en el proceso productivo.

Barbera Rodríguez (2009) Nos aclara:

Todos ellos nos permitirán la realización posterior del plan de vigilancia del proceso y del plan de mantenimiento del medio, para que mediante la vigilancia óptima de los parámetros del proceso y de las características del producto, seamos capaces de obtener este con la calidad establecida y al menor coste. (p. 14)

IV. Metodología

4.1 Variables Dependientes

Las variables dependientes, serian la cantidad de paros que se dan por día, a causa de fallos comunes y fallos graves que se dan a causa de descuidos o malas prácticas en el mantenimiento predictivo semanal y el mantenimiento correctivo no planificado.

4.2 Variables Independientes

Las variables independientes no se manipularon en su totalidad, en su mayoría fueron medidas, estudiadas y analizadas.

- Fallos
- Tiempo en el que transcurren los fallos.
- Cantidad de veces que se da el fallo (diaria, semanal o mensualmente).
- Mantenimientos Correctivos No Planificados.
- Mantenimientos Predictivos.

4.3 Método y Enfoque

Según Porta & Keating (2013) "El enfoque científico trata de abstraer los rasgos sobresalientes de las matrices y detalles de una historia para luego integrarlos en una declaración teórica que conserve su validez en cualquier situación que pueda definirse de acuerdo con los términos de las mismas abstracciones". (p. 255)

Para poder iniciar con la recopilación de bitácoras propias, previamente se consultó y se leyeron los manuales de funcionamiento, mantenimiento y catálogos de cada equipo que comprende la máquina.

El método que se utiliza es tanto cuantitativo como cualitativo, ya que las características de ambos caben dentro de lo que es la investigación y recopilación de datos para hacer posible este proyecto.

- Se da un Enfoque Cuantitativo, ya que por medio de bitácoras se recopiló información sobre fallos frecuentes graves y no tan graves, los cuales ocurren diariamente y representan paros en la máquina lo que conlleva a tiempo perdido que es igual a dinero perdido. Como conclusión, una cadena de pérdidas.

El enfoque cuantitativo es aquel que nos permite enfocar nuestra investigación en datos reales, numéricos, estadísticos, bitácoras, etc.

- Se da lo que es el Enfoque Cualitativo, ya que en la investigación se involucró no solo lo observado y obtenido en bitácoras propias, sino también el criterio, opinión y experiencias de los supervisores, mecánicos y el jefe de envase de la planta.

Con ayuda del enfoque cualitativo nuestras investigaciones se pueden basar en criterios propios o compartidos. Al igual que experiencias de otras personas más sumergidas en nuestros temas de interés.

4.4 Fuentes de Información

El internet y los buscadores son un gran aliado, pues facilitan enormemente la búsqueda de información al proporcionar un sistema de acceso limitado y muy intuitivo, que permite encontrar información incluso sin saber con precisión lo que se busca, a través de presentaciones como la similitud fonética. (Pilar & Remei, 2013)

Se utilizan 2 tipos de fuentes de búsqueda para la elaboración de esta tesis:

❖ Fuentes Primarias:

Libros Electrónicos extraídos de la biblioteca Virtual de UNITEC (CRAI)

Libros con Contenido alusivo al tema del proyecto.

❖ Fuentes Secundarias:

Catálogos.

Manuales.

Bitácoras Propias.

Bitácoras de la empresa (CENOSA).

Departamentos de Instrumentación, Mantenimiento y Envase (CENOSA).

4.5 Cronograma

N°	Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10
1	Recorrido en Area de Envase										
2	Recorrido en Partes Basicas de la Planta										
3	Analisis y Lectura de Manuales										
4	Recopilacion de Datos										
5	Analisis de Datos										
6	Organización de Datos										
7	Recopilacion de Criterios Para AMFE										
8	Elaboracion de Manual Correctivo										
9	2nda Recopilacion de Criterios para AMFE										
10	Elaboracion de Recomendaciones para Manual										

Tabla 2. Cronograma Semanal de Actividades

Fuente: PROPIA

V. Análisis y Resultados

5.1 Análisis

La toma de datos fue realizada en un periodo de aproximadamente 35 días, lo que da un total de 7 semanas. Debido al tiempo (ya que solo se cuenta con 10 semanas para realizar el proyecto) solo se analizaron 3 de 5 equipos de la Envasadora Ventomatic, ya que estos cuentan con un gran número de componentes en cada equipo lo que vuelve duradero el análisis.

En dos de estas semanas se tomaron los datos de la Noriamat, en las siguientes dos los datos del Aplicadora y en las últimas tres los datos de la Paletizadora. El mayor número de fallos se identificó en la Paletizadora, podría decirse que una media se encuentra el número de fallos que se dan en la Aplicadora, y la que menos fallos presenta es la Noriamat. Estratégicamente se tomaron equipos que fallan numerosas veces y otros que no presentan fallos recurrentes.

Durante la toma de datos para los tres equipos analizados, se enlistaron fallos de los cinco equipos, los cuales fueron tabulados en tablas hechas diario, las cuales se llenaron con los datos tomados durante 6 horas al día.

Tabla 3.Ejemplo de tablas de bitácoras.

#veces	Fallas	Sistema y Componente	Procedimiento a Realizar.
11/10/2018	Cabe destacar que hubo 3er turno		
	Se realizo limpieza en 643 AS1, 643BP1, 673 PZ1.	aplicador de sacos, banda pesadora, paletizadora	
6	Atascamiento de sacos en apoyo.	643-AS1, aplicador de sacos	Remover saco atascado.
15	Rampla deformada de mesa polimat	673-PZ1 (Paletizadora)/via de rodillos	Remover sacos rotos
1	Línea llena		
17	Paro por carpeta pesada	673-PZ1 (Paletizadora)/via de rodillos	Remplazar una carpeta por otra.
6	Atascamiento de sacos en cinta evacuadora.	643-BT1 (Cinta transportadora)	Remover sacos atascados.
5	Atascamiento de sacos e semicapa polimat.	673-PZ1 (Paletizadora)	Remover sacos atascados.
4	Accionamiento emergencia cinta 673 BT1	por sacos rotos o cruzados	Se retira el saco roto o se ordenan los sacos

Fuente: PROPIA

5.2 Método de Análisis

Para la toma de datos primeramente se utilizaron bitácoras escritas a mano y en Word. Por consiguiente, estas se organizaron en tablas de fallos generales, en toda la máquina, seguidamente dividiendo estos en “Fallos por equipos”.

Al ya definir el enfoque, se utiliza el Análisis Modal de Fallos y Efectos, para así realizar un análisis de riesgo de fallos que han ocurrido, ocurren diariamente y pueden ocurrir.

Para realizar la herramienta de análisis AMFE se utilizó un formato de tablas en Excel, en el que se enlistaron fallos, componentes, número de componentes, grupos al que pertenece el componente, efectos del fallo, causas del fallo, acciones recomendadas, responsables a realizar las acciones recomendadas, rangos (detección, severidad, ocurrencia) y un RNP (número de prioridad de riesgo).

Tabla 4. AMFE

No	Componente	Función del Proceso	Fallo Potencial	Efecto potencial de la Falla en el Proceso	Severidad	Causas Potenciales de la Falla	Ocurrencia	Control actual de Detección	Detección	RPN	Acciones Recomendadas	Responsables
1	Motor Reductor (2) 220V controlados por un variador de frecuencia. Trifásico	Acciona la banda prensadora superior e inferior	Se dispara el motor, falla en el termico.	Las bandas se detienen y los sacos siguen llegando, lo que formara un atascamiento severo. Se mandara una señal que para la maquina.	2	Se esta forzando el motor Sobrecorrientes Daños en rodamientos Daños en las terminales en la caja de conexiones. Desconfiguración de Parametros en el variador. Voltajes irregulares en las terminales.	2	Cambiar Motor	7	28	Siempre revisar cual es la razon por la que se dispara el termico. No cambiarlo de una vez por que puede que esten desechando un motor que talvez tiene un pequeño daño rapidamene reparable. Revisar los rodamientos. Siempre revisar las terminales de la caja de conexiones. Puede que las bandas se desalinen, en ese caso, centrarlas. Hacer una previa revision en parametros, puede que el motor se descontrola por algun reset hecho anteriormente y el variador se desconfigure. Controlar el aceite de los reductores y su nivel. Engrasar los soportes.	Área de Envasa

Fuente: PROPIA

Teniendo ya estos datos, se utilizó como guía el AMFE para elaborar el Manual de Mantenimiento Correctivo Planificado para el cual se realizó todo este proyecto. Este consta de elementos enlistados como; grupo, componente, fallo, y la acción correctiva a realizar en caso de que se dé el fallo.

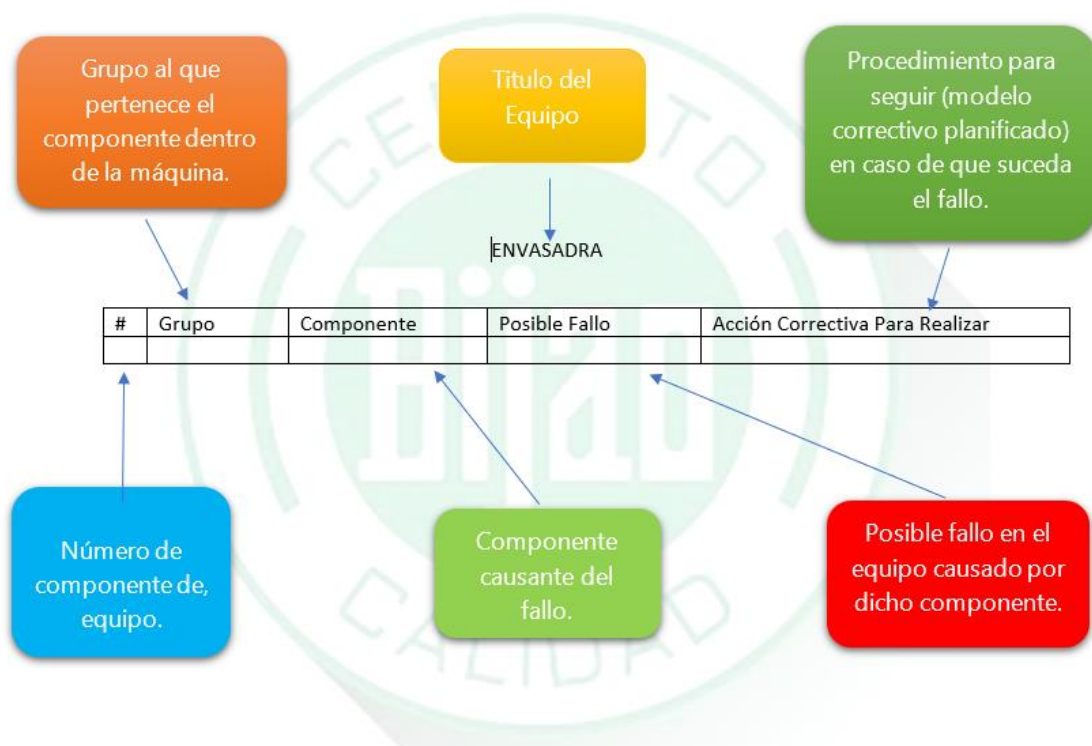


Ilustración 16. Ejemplo estructuración del Manual

Fuente: PROPIA

5.3 Tabulación de Datos

Se procedió a tabular los datos para determinar; 1) con cuanto tiempo se cuenta para realizar el estudio, y cuales es el tiempo que quiere disminuirse y 2) cuáles son los fallos más recurrentes en las maquinas, en general de todos los equipos, resaltando las que se dan en los equipos que se estudiaron a fondo, los cuales generan el mayor número de fallos que afectan a la productividad y 3) la toma de datos de las acciones ejecutadas actualmente para reparar fallos en el momento que ocurren, lo que es un mantenimiento correctivo no planificado, los cuales podremos observar más adelante en los resultados.

Tabla 5. Datos para la elaboración del estudio, por semana.

Meta de Producción por Hora.	3000 a 2800
Duración del Estudio en Horas	120 horas/semana
Duración de Paros por Día.	6 horas/día
Duración de Paros por Semana.	30 horas/semana
Duración Calculada de Paros por Semana.	27 horas/semana

Fuente: PROPIA

Tabla 6. Fallas Generales Mas Frecuentes, con el número de veces que han ocurrido durante el periodo de inicio del estudio.

# de Fallo	Fallos Generales más Recurrentes	Número de Veces que se da el fallo.
1.	Atascamiento de Sacos en Apoyo	71
2.	Atascamiento de Sacos en Formación Capa	24
3.	Línea Llena	14
4.	Rampla Deformada en Mesa Polimat	104
5.	Paro por Carpeta Pasada	46
6.	Limpieza de Sensores	57

7.	Atascamiento de Cinta Evacuadora	25
8.	Atascamiento en Vía de Rodillos Semi Capa Polimat	36
9.	Accionamiento de Cintas de Emergencia por Atascamiento	48
10.	Mal Funcionamiento en Boquillas de la Envasadora.	17
11.	Problema en Mesa Aplicadora	12
12.	Mala Lubricación	2
13.	Problemas de Fluidificación	4
14.	Problemas en Programación	2
15.	Detección Ruptura de Bolsa	7
16.	Atascamiento de Sacos en Aplicador.	5
17.	Ajustes en Topes Aplicadora	3
18.	Problemas en el Colector de Polvo	2
19.	Disparo de Motores	7
20.	Ajustes en Sensores	2
21.	Atascamiento en Rodos Inclinaos	10
22.	Atascamiento y activación de Descartadora	2
23.	Problemas en Posición de Cintas	0
24.	Sobrecarga en la Ventocheck por Atascamientos	1
25.	Defecto de Alimentador de Carpetas	9
26.	Revisión de Sellos en Envasadora.	2
27.	Daños en Bandas	1
28.	Falta de Producto	12
29.	Atascamientos en Cinta Orientadora.	0
30.	Daños en Pistones	0
TOTAL		523

Fuente: PROPIA

Durante las primeras 5 semanas se elaboraron las tablas del AMFE, en los que en la quinta semana se tomaron los primeros criterios de severidad, ocurrencia y detección. Así poder calcular el RNP antes de que se comenzaran a tomar las acciones recomendadas. Cabe destacar que se tuvo la gran ventaja de que hubo un cambio en los días de mantenimiento. Estos ya no son los domingos, a partir del 5 de noviembre, estos se empezaron a realizar los martes. Lo que permitió estar presente durante el día del mantenimiento, y estar a la par con supervisores para poner en práctica acciones recomendadas.

La toma de datos para la elaboración de la herramienta AMFE, las cuales fueron recaudados las primeras 4 semanas que se realizó el estudio, y con ellas los resultados iniciales, se muestran en la tabla 7, 8 y 9.

Tabla 7. Análisis Modal de Fallos y Efectos en Equipo NORIAMAT 3M (Maquina con menor cantidad de riesgos).

No	Componente	Función del Proceso	Falla Potencial	Efecto potencial de la Falla en el Proceso	Severidad	Causas Potenciales de la Falla	Ocurrencia	Control actual del Proceso	Detección	RPN
1	Rastrillos en las Platinas	Transferencia de Bolsas.	Atascamiento de paquetes.	Los paquetes se salen de los rastrillos si uno de ellos se cae, lo que causa que se caigan al suelo y la maquina no lleve el numero de paquetes esperados.	4	No esta bien atornillado el rastrillo a la platina. Exceso de peso (se sobrepasa el numero de bolsas que los rastrillos aguantan las cuales son 30 bolsas por seccion).	3	Se revisa que los ganchos esten bien colocados en la platina. Si se safan solo los vuelven a colocar.	7	84
2	Motor reductor.	Transferencia de Bolsas.	La maquina se devuelve, no entrega el paquete.	El torque del motor colocado en esa area, no es lo suicientemente fuerte ni soporta la fuerza de la maquina.	8	El piston neumatico se a movido de posicion, este se desalineo o se quebró.	3	Se revisa el posicionamiento del piston, se revisa que no este dañado, en caso de que lo este este debe ser cambiado inmediatamente.	7	168
3	Accionador Neumatico de 1 posicion.	Transferencia de Bolsas.	El piston de soporte no se mueve o queda parado.	Si el piston no se mueve, el motor puede llegar a quebrarlo por el torque que produce al girar en sentido contrario.	2	Las mangueras de aire del piston son muy delgadas, no le llega suficiente aire o puede que la manguera se tueste.	2	Se revisa que las mangueras no esten tostadas, ni que tengan fugas. Deben ser gruesas resistentes y grandes.	7	28
4	sensor magnetico (MK5101)	Transferencia de Bolsas.	No se detecta el final de carrera del rastrillo.	Si no se determina, la maquina se detiene, es como que no este sensando que el rastrillo esta pasando por ahí.	4	Puede que el sensor este sucio, se haya dañado o se haya movido de posicion.	2	Se revisa que el sensor este limpio y en su posicion correcta unido al piston.	7	56
5	Accionador Neumatico de 1 posicion.	Transferencia de Bolsas.	Se descontrola el movimiento del motor.	El motor puede llegar a quebrar su soporte por el torque que produce al girar en sentido contrario.	3	El motor se detuvo o no continuo el torque por falta de apoyo en el piston.	2	Se coloco un resorte de apoyo ensamblado al suelo, asi el piston puede tener mas soporte.	7	42
6	Cadenas	Transferencia de Bolsas	Desalineamiento de cadenas en la chumatera	Las cadenas se salen, pueden empezar a hacer ruidos, lo que significa que estan rosando entre si por lo tanto dañandose, lo que conlleva a que se rompan.	6	Mal proceso de lubricacion el dia del mantenimiento preventivo.	3	Parar la maquina y lubricar el area, volver a colocar la cadena en su lugar.	7	126
7	Interruptor de Proximidad	Transferencia de Bolsas	No detecta la posicion del rastrillo.	El estado de posicion de los rastrillos cambia, lo que cuasa que estos bajen o suban mas de lo que deberian, haciendo que las bolsas no lleguen de manera correcta o no lleguen y causando que el sensor mande la señal de paro.	8	Falta de limpieza en el sensor, mala regulacion del censado, y se a movido de posicion a causa de las vibraciones de la maquina.	3	Se debe regular es estado fisico del sensor, su capacidad de censado, lo cual depende de la limpieza, distancias de la maquina, posicion del sensor.	8	192

Tabla 8. Análisis Modal de Fallos y Efectos en Equipo Aplicadora INFILROT Z40(Maquina con riegos intermedios).

No	Componente	Función del Proceso	Falla Potencial	Efecto potencial de la Falla en el Proceso	Severidad	Causas Potenciales de la Falla	Ocurrencia	Control actual del Proceso	Detección	RPN
2	Accionador Neumatico Rotacional.	Trasladar Sacos a la Envasadora.	El componente no gira ni responde.	Evita el traslado de las bolsas de un lado a otro no permite que este llegue a su destino, tanto de la norimat hacia la aplicadora y viceversa.	4	El accionador esta dañado, no le llega suficiente aire por fugas en las mangueras, sellos dañados, etc...	7	Se cambia de manera inmediata.	6	168
3	Interruptor de Proximidad.	Trasladar Sacos a la Envasadora.	Sensor no determina final de rotacion.	Si no se determina el final de rotacion, la maquina va parar, por que esta diciendo que las bolsas nunca llegaron a su destino.	2	Suciedad en el sensor. Cambio de posicion del sensor por vibraciones o golpes. Falta de calibracion del sensor.	6	Se limpia el sensor en el momento. Lo cambian. Se regula su capacidad de censado. Se revisa que este en su posicion correcta.	6	72
4	Accionador Neumatico de Traslacion.	Trasladar Sacos a la Envasadora.	No se da el cambio entre los cambios que son de 50kg y 25kg. La mesa no termina de llegar a donde debe dejar los sacos.	Evita el traslado de las bolsas hacia la mesa de levantamiento de sacos.	3	El accionador esta dañado, no le llega suficiente aire por fugas en las mangueras, sellos dañados, etc...	5	Se cambia de manera inmediata. Se revisa si no es el sensor lo que ocasiona que no avance la mesa.	6	90
5	Sensor Inductivo de empujadores de sacos.	Empujar los Sacos a la Mesa de Levantamiento.	Sensor no determina el final de carrera del piston que levanta los empujadores de saco.	No se van a levantar los empujadores, o si se levantan no es en la altura correcta, lo que causara que los empujadores se traven en la mesa o que una bolsa quede atascada entre ellos. La maquina va a apagarse.	2	Suciedad en el sensor. Cambio de posicion del sensor por vibraciones o golpes. Falta de calibracion del sensor.	6	Se limpia el sensor en el momento. Lo cambian. Se regula su capacidad de censado. Se revisa que este en su posicion correcta.	6	72
6	Accionador neumatico de Empujadores	Empujar los Sacos a la Mesa de Levantamiento.	Se traba la palanca que mueve los empujadores.	Esta palanca es activada por el accionador neumatico que realiza un desplazamiento lineal en direccion horizontal, si esta no se activa los empujadores no avanzan y por lo tanto no llega la bolsa a la mesa del aplicador, no se detectan bolsas y la maquina se apaga.	3	El accionador esta dañado, no le llega suficiente aire por fugas en las mangueras, sellos dañados, se quiebra una pieza del accionador por la fuerza que este ejerce, etc...	5	Se cambia de manera inmediata. En caso de quebrarse un soporte se tienen los repuestos a la mano para cambiarlo.	6	90
12	Accionador Neumatico de 2 posiciones.	Compactador de Sacos (carro empujador de saco)	defecto de movimiento en giro de eje de soporte.	No se determina el fin de carrera del carro empujador de sacar.	4	La electrovalvula presenta fallas, lo que hace que no se controle el caudal de aire que necesita el piston. Un soporte del actuador esta dañado. Puede que hayan sellos dañados.	5	Se cambia inmediatamente. Siempre deben haber repuestos a mano.	7	140
13	Accionador Neumatico de 2 posiciones.	Compactador de Sacos (Regula Longitud).	Los sacos quedan flojos y se caigan de la mesa, y se atasquen causando un paro en la maquina.	No se alinean bien los sacos conforme a su longitud.	6	La electrovalvula presenta fallas, lo que hace que no se controle el caudal de aire que necesita el piston. Un soporte del actuador esta dañado. Puede que hayan sellos dañados.	5	Se cambia inmediatamente. Siempre deben haber repuestos a mano.	7	210
15	Bomba de Vacío	Grupo Tomasacos	El brazo con ventosas no logra levantar el saco.	Si las ventosas no logran levantar la bolsa esta no llega al grupo de lanzamiento y disparo que es la que saca la bolsa de la Aplicadora.	8	Se puede dañar la ventiladora de enfriamiento de la bomba. Generalmente solo se genera daños en el motor de la bomba por que se calienta entonces se dispara, no es algo muy comun.	6	Se cambia a una nueva o una ya reparada inmediatamente, lo cual toma aproximadamente 40 minutos. Se cambian partes dañadas, la mayoría del tiempo la ventiladora.	7	336
25	Motor Electrico 240/400V	Grupo Lanzamiento de Saco	No giran las correas contrapuestas, por que se dispara el motor.	No giran las correas contrapuestas y se safan al parar de manera casi inmediata.	6	Rodamientos del motor que se desgastan. Problemas con el control del motor (se programa cambios en contactores). Guarda motor dañado. Cable de alimentación dañado. Altas temperaturas en el motor.	8	Revisar o cambiar contactores. Reparar cualquier daño interno del motor. Cambiar rodamientos del motor.	5	240

Tabla 9. Análisis Modal de Fallos y Efectos en Equipo Paletizadora POLIMAT C40 (Maquina con mayor cantidad de riesgos).

No	Componente	Función del Proceso	Falla Potencial	Efecto potencial de la Falla en el Proceso	Severidad	Causas Potenciales de la Falla	Frecuencia	Control actual de Detección	Detección	RPN
2	Motor Reductor normal o convencional con contactores)(480V)	Hace girar la via de rodillos constantemente.	Se dispara el motor.	Se descontrola el recorrido de los sacos, no logran pasar al grupo orientador, o se amontonan en la via de rodillos.	6	Daños en rodamientos Daños el devanado Daños en poleas Sobrecorrientes Daños en el devandao o terminales en la caja de conexiones. Voltajes irregulares en las terminales.	7	Cambiar Motor	7	294
3	Motor Reductor normal o convencional con contactores)(480V)	Controla el movimiento de la leva girasacos.	Se dispara el motor.	No se gira el sacco desde el comienzo del procesos de "Girar Saco", por lo tanto el palet se deformara a partir de la semicapa.	6	Daños en rodamientos Daños el devanado Daños en poleas Sobrecorrientes Daños en el devandao o terminales en la caja de conexiones. Voltajes irregulares en las terminales.	5	Cambiar Motor	7	210
7	Motor Reductor, con contactores (480V)	Movimiento de correas motorizadas colocadas entre los rodillos del grupo de formación de la	Se dispara el motor, falla en el termico.	No se accionan las correas, por lo tanto la bolsa no podra pasar a la via de formacion capa, haciendo que se acumulen sacos en la banda de transferencia provocando	6	Daños en rodamientos Daños el devanado Daños en poleas Sobrecorrientes Daños en el devandao o terminales en la caja de conexiones. Voltajes irregulares en las terminales.	2	Cambiar Motor	7	84
8	Motor Reductor, con contactores (480V)	Acciona el levantamiento de correas motorizadas con un cinematiso biela-manivela	Se dispara el motor, falla en el termico.	No se levantan las correas, por lo tanto la bolsa no podra pasar a la via de formacion capa, haciendo que se acumulen sacos en la banda de transferencia provocando atascamientos.	7	Daños en rodamientos Daños el devanado Daños en poleas Sobrecorrientes Daños en el devandao o terminales en la caja de conexiones. Daños en cableado externo. Voltajes irregulares en las terminales.	5	Cambiar Motor	7	245
11	Motor Reductor (480V controlado con un Variador de frecuencia)	Accionamiento de Carro Motorizado	Se dispara el motor, falla en el termico.	El carro no reaccionara, quedara parado y no se formara la capa, ya que el se encarga de llevar cada semicapa a su destino.	7	Se esta forzando el motor Sobrecorrientes Daños en rodamientos Daños en las terminales en la caja de conexiones. Desconfiguración de Parametros en el variador. Voltajes irregulares en las terminales.	4	Cambiar Motor	7	196
12	Motor Reductor con Codificador. (480 V)	Movimiento de la Mesa de Levantamiento.	Se dispara el motor, falla en el termico.	No sube/baja del todo la mesa o en su totalidad.	5	Daños en rodamientos Daños el devanado Daños en poleas Sobrecorrientes Daños en el devandao o terminales en la caja de conexiones. Daños en cableado externo. Voltajes irregulares en las terminales.	5	Cambiar Motor	7	175
19	Cilindro Neumático de doble efecto	Accionador del tambor de ruebas en Orientador de Sacos	Se mueve de posicion el Tambor Rueda Sacos o deja de girar.	Puede causr atascamiento si esta muy cerca de donde pasa el sacco, y sie esta muy alejado o deja de girar no ayudara a que sacco se direcciona como debe.	8	Mangueras en mal estado. Sellos en mal estado. No esta bien lubricado el cilindro. Revisar si no hay ninguna ruptura en la estructura. La presion de aire no es la adecuada. Error en la electrovalvula. Rodillos de giro desgastados. La fotocelula de entrada no manda la señal de que el sacco entro.	6	Cambiar Accionador Neumatico	7	336
21	Cilindro Neumático de doble efecto	Mantiene la posicion del Girasacos (90°)	El girasacos no le da el giro correcto de 90° al sacco o no se mueve del todo.	Al no estar completamente girado el sacco a 90°, la semicapa se deformara. Se dara un atascamiento en formacion semicapa y capa.	8	Mangueras en mal estado. Sellos en mal estado. No esta bien lubricado el cilindro. Revisar si no hay ninguna ruptura en la estructura. La presion de aire no es la adecuada. Error en la electrovalvula. Los sensores no dan la señal que el sacco va pasando por esa area.	5	Cambiar Accionador Neumatico	7	280
24	Cilindro Neumático de doble efecto(2)	Carro lleva Capa	No se acciona (baja) la paleta desplazadora de capa y semicapa.	Al no accionarse este no desplazara las semicapas y capas y no se tendra ese refuerzo. Causando atascamientos en formacion capa y	6	Mangueras en mal estado. Sellos en mal estado. No esta bien lubricado el cilindro. Revisar si no hay ninguna ruptura en la estructura. La presion de aire no es la adecuada. Error en la electrovalvula.	4	Cambiar Accionador Neumatico	7	168
28	Cilindro Neumático de doble efecto	Paleta de Reglaje/ Regulacion Rapida	Se desalinea la posicion de la paleta.	El sacco ya ira desalineado, este sera muy propenso a tener problemas en los siguientes procesos que atravessara, causando paros por atascamientos.	5	Mangueras en mal estado. Sellos en mal estado. No esta bien lubricado el cilindro. Revisar si no hay ninguna ruptura en la estructura. La presion de aire no es la adecuada. Error en la electrovalvula.	7	Cambiar Accionador Neumatico	7	245

37	Rodillos	Via de rodillos de formacion semicapa.	Se aflojan los rodillos y por consiguiente se estan golpeando y se dañan.	Al aflojarse pueden desalinearse los sacos los movimientos bruscos que podrian producirse.	4	No se controla la tension en las correas de transmision. estan debidamente engrasados los soportes y los cojinetes. No se controla el desgaste de correas de transmision de los rodillos. Rodillos	6	Ninguno	7	168
39	Carro Motrizado	Modulo Desplaza Capa	Se generan ruidos y vibraciones mas extremas. Se fuerza mucho al momento de empujar los	Se pueden desalinearse los sacos al empujarse.	4	Mala lubricacion. Mal ajuste de tuercas que le dan soporte al carro. Mal alineamiento. se engrasan bien los cojinetes. No	6	Ninguno	6	144
41	Mesa de Levantamiento	Mesa de levantamiento y planos Abribles	No abren en su totalidad o no abren del todo.	Se desordena la capa. Esto implica que el palet entero se va descomponer y se dara un paro por palet deformado	4	Desgaste de las planchas de los planos abribles. Mala funcionalidad de la correa de mando de los planos abribles. Incorrecta alineacion de guias de planos	5	Ninguno	6	120
45	Interruptor de proximidad	Paleta Orientasacos (Orientador de sacos)	No se detecta el final de carrera.	El motor seguira moviendo la paleta y se giraran los sacos que no deben, asi deformando las semicapas y por consiguiente la capa.	5	Suciedad extrema en el sensor. Se a dañado el sensor. Su capacidad de censado se debe regular. Se movio de Posicion el sensor. Hay irregularidades en voltajes de entrada/salida del sensor. El sensor esta pegando con la placa que usa para detectar el final de carrera.	7	Limpiar el sensor, ubicarlo por prueba y error.	7	245
56	Interruptor de proximidad	Detecta el movimiento de la paleta detiene tarimas	La paleta se levanta y no hay señal que lo detecte	Puede causar que la carpeta quede trabada, o que el palet tropiese y se destruya.	5	Suciedad extrema en el sensor. Se a dañado el sensor. Su capacidad de censado se debe regular. Se movio de Posicion el sensor. Hay irregularidades en voltajes de entrada/salida del sensor.	5	Limpiar el sensor, ubicarlo por prueba y error.	7	175
58	Fotocelula	Indica cuando ya se a formado la capa (Via de Rodillos Formacion Capa)	No detecta si una capa no se esta formando	Al no detectar errores en la formacion de capa, esto provoca que el palet se deforme al estarse formando, y probocara un paro por palet deformado.	5	Suciedad extrema en el sensor. Se a dañado el sensor. Su capacidad de censado es irregular. Se movio de Posicion el sensor. Hay irregularidades en voltajes de entrada/salida del sensor.	7	Limpiar el sensor, ubicarlo por prueba y error.	7	245
59	Interruptor de proximidad (4)	Cada uno en un rodillo loco detecta los paltes cuando van de	No se detecta el pa	Siguen avanzando las demas tarimas y se generan atascamientos.	4	Suciedad extrema en el sensor. Se a dañado el sensor. Su capacidad de censado es irregular. Se movio de Posicion el sensor.	7	Limpiar el sensor, ubicarlo por prueba y error.	7	196

Fuente: PROPIA

5.4 Resultaos

Tabla 10. Fallas Generales Mas Frecuentes, con el número de veces que han ocurrido como resultado después de la probar el proyecto.

# de Fallo	Fallos Generales más Recurrentes	Número de Veces que se da el fallo.
1.	Atascamiento de Sacos en Apoyo	54
2.	Atascamiento de Sacos en Formación Capa	44
3.	Línea Llena	24
4.	Rampla Deformada en Mesa Polimat	133
5.	Paro por Carpeta Pasada	24
6.	Limpieza de Sensores	47
7.	Atascamiento de Cinta Evacuadora	35
8.	Atascamiento en Vía de Rodillos Semi Capa Polimat	33
9.	Accionamiento de Cintas de Emergencia por Atascamiento	9
10.	Mal Funcionamiento en Boquillas de la Envasadora.	0
11.	Problema en Mesa Aplicadora	11
12.	Mala Lubricación	0
13.	Problemas de Fluidificación	0
14.	Problemas en Programación	2
15.	Detección Ruptura de Bolsa	0
16.	Atascamiento de Sacos en Aplicador.	3
17.	Ajustes en Topes Aplicadora	0
18.	Problemas en el Colector de Polvo	0
19.	Disparo de Motores	1
20.	Ajustes en Sensores	13
21.	Atascamiento en Rodos Inclinaos	0
22.	Atascamiento y activación de Descartadora	0
23.	Problemas en Posición de Cintas	1
24.	Sobrecarga en la Ventocheck por Atascamientos	4

25.	Defecto de Alimentador de Carpetas	3
26.	Revisión de Sellos en Envasadora.	5
27.	Daños en Bandas	0
28.	Falta de Producto	5
29.	Atascamientos en Cinta Orientadora.	5
30.	Daños en Pistones	2
TOTAL		492

Fuente: PROPIA

Tabla 11. Disminución de tiempo de fallos y Comparación

Numero de Fallo	Numero De fallos 10/10/18 al 2/11/18	Fallos Representado en Tiempo	Numero De fallos 5/11/18 al 30/11/18	Fallos Representado en Tiempo
1	71	05:55:00	54	04:30:00
2	24	2:00:00	44	03:40:00
3	14	01:10:00	24	02:00:00
4	144	12:50:00	133	11:05:00
5	46	03:50:00	24	02:00:00
6	57	4:45:00	47	03:55:00
7	25	02:05:00	40	02:55:00
8	36	03:00:00	33	02:45:00
9	48	4:00:00	20	00:45:00
10	17	01:25:00	5	00:00:00
11	12	01:00:00	11	00:00:00
12	2	00:10:00	0	00:00:00
13	4	00:20:00	0	00:00:00
14	2	00:10:00	2	00:10:00
15	7	00:35:00	0	00:00:00

16	5	00:25:00	3	00:15:00
17	3	00:15:00	0	00:00:00
18	2	00:10:00	0	00:00:00
19	7	00:35:00	1	00:05:00
20	2	00:10:00	13	01:05:00
21	10	00:50:00	4	00:20:00
22	2	00:10:00	1	00:05:00
23	5	00:25:00	1	00:05:00
24	1	00:05:00	4	00:25:00
25	9	00:05:00	6	00:30:00
26	2	00:00:00	5	00:25:00
27	1	00:45:00	0	00:00:00
28	12	01:00:00	10	00:50:00
29	18	01:30:00	5	00:00:00
30	15	01:15:00	2	00:10:00
TOTAL	603	50:03:00	492	41:00:00

Fuente: PROPIA

Como se Muestra en las tablas 10 y 11, las fallas que están involucradas con los equipos estudiados, tanto el número de fallos como el tiempo se disminuyó de una manera considerable, lo que nos da un aproximado de 9 horas con 3 minutos.

5.5 Aportes

El tiempo significa dinero. El objetivo de disminuir el tiempo es crear más producción, y por consiguiente generas menos gastos, en la tabla 12 se muestra el resultado "monetario" del tiempo disminuido.

Tabla 12. Resultados monetarios del estudio realizado.

Bolsas Producidas p/h	3000 a 28000
Precio Por Bolsa	L. 185
Bolsas Producidas en Horas ahorradas	25200
Dinero Perdido Semanalmente	L. 25,900,000
Ahorro durante Horas Reducida	L. 4, 662,000
Horas Reducidas por Semana	9 horas con 3 minutos

Fuente: PROPIA

En las tablas 13, 14 y 15 podremos observar los resultados del AMFE realizados casi 5 semanas después del primer análisis realizado. Cabe destacar que los datos de la NORIAMAT son los mismos, ya que se determinó que es la máquina que menos fallos produce.

Este análisis hizo posible la creación del manual de mantenimiento para el que se realizó este proyecto. Las acciones recomendadas son una vista general de lo que es el manual.

Tabla 13. Resultados en Equipo NORIAMAT 3M (Maquina con menor cantidad de riesgos).

No	Componente	Función del Proceso	Falla Potencial	Efecto potencial de la Falla en el Proceso	Severidad	Causas Potenciales de la Falla	Ocurrencia	Control actual del Proceso	Detección	RPN	Acciones Recomendadas	Responsables
1	Rastrillos en las Platinas	Transferencia de Bolsas.	Atascamiento de paquetes.	Los paquetes se salen de los rastrillos si uno de ellos se cae, lo que causa que se caigan al suelo y la maquina no lleve el numero de paquetes esperados.	4	No esta bien atornillado el rastrillo a la platina. Exceso de peso (se sobrepasa el numero de bolsas que los rastrillos aguantan las cuales son 30 bolsas por seccion).	3	Se revisa que los ganchos estén bien colocados en la platina. Si se safan solo los vuelven a colocar.	7	84	Atornillar debidamente los rastrillos a las platinas. Capacitar al operador para que este pendiente en caso de que se safe un rastrillo. Capacitar al operador para que no ponga pesos de mas y asi no se safen los rastrillos.	Area de ENVASE
2	Motor reductor.	Transferencia de Bolsas.	La maquina se devuelve, no entrega el paquete.	El torque del motor colocado en esa area, no es lo suicientemente fuerte ni soporta la fuerza de la maquina.	8	El piston neumatico se a movido de posicion, este se desalineo o se quebró.	3	Se revisa el posicionamiento del piston, se revisa que no este dañado, en caso de que lo este este debe ser cambiado inmediatamente.	7	168	Cambiar los pistones actuales por unos mas resistentes que sean para mayores esfuerzos. En el momento tener siempre un repuesto a mano o lo mas oerca posible y alguien capacitado para que lo cambie.	Area de ENVASE
3	Accionador Neumatico de 1 posicion.	Transferencia de Bolsas.	El piston de soporte no se mueve o queda	Si el piston no se mueve, el motor puede llegar a quebrarlo por el torque que produce al girar en sentido contrario.	2	Las mangueras de aire del piston son muy delgadas, no le llega suficiente aire o puede que la manguera se tueste.	2	Se revisa que las mangueras no estén tostadas, ni que tengan fugas. Deben ser gruesas resistentes y grandes.	7	28	Las mangueras actuales son muy delgadas, lo cual hace que el caudal del aire sea mas bajo, preferiblemete deben cambiarse a unas mas gruesas y largas para que los equipos trabajen mejor con el paso de aire.	Area de ENVASE
4	sensor magnetico (MK5101)	Transferencia de Bolsas.	No se detecta el final de carrera del	Si no se determina, la maquina se detiene, es como que no este sensando que el rastrillo esta pasando por ahí.	4	Puede que el sensor este sucio, se haya dañado o se haya movido de posicion.	2	Se revisa que el sensor este limpio y en su posicion correcta unido al piston.	7	56	Revisar el sesnado de este, tener una rutina por turno de limpieza para este asi se evitan perdidas de tiempo durante el proceso. Tener claro que el posicionamiento del sensor es en un lado del piston y esta ahí para detectar el final de	Area de ENVASE
5	Accionador Neumatico de 1 posicion.	Transferencia de Bolsas.	Se descontrola el movimiento	El motor puede llegar a quebrar su soporte por el torque que produce al girar en sentido contrario.	3	El motor se detuvo o no continuo el torque por falta de apoyo en el piston.	2	Se coloco un resorte de apoyo ensamblado al suelo, asi el piston puede tener mas soporte.	7	42	Cambiar de piston a uno mas grande con mayor carrera y resistente, tambien cambiar las mangueras, puede que estas provoquen que no entre suficiente aire.	Area de ENVASE
6	Cadenas	Transferencia de Bolsas	Desalineamiento de cadenas en la chumatera	Las cadenas se salen, pueden empezar a hacer ruidos, lo que significa que estan rosando entre si por lo tanto dañandose, lo que conlleva a que se rompan.	6	Mal proceso de lubricacion el dia del mantenimiento preventivo.	3	Parar la maquina y lubricar el area, volver a colocar la cadena en su lugar.	7	126	Se debe tener mas control al momento de la lubricacion los dias en los que se hace el mantenimiento. Estar pendiente de cualquier ruido y alinear de manera correcta las cadenas que van en la chumatera.	Area de ENVASE
7	Interruptor de Proximidad	Transferencia de Bolsas	No detecta la posicion del rastrillo.	El estado de posicion de los rastrillos cambia, lo que cuasa que estos bajen o suban mas de lo que deberian, haciendo que las bolsas no lleguen de manera correcta o no lleguen y causando que el sensor mande la señal de paro.	8	Falta de limpieza en el sensor, mala regulacion del censado, y se a movido de posicion a causa de las vibraciones de la maquina.	3	Se debe regular es estado fisico del sensor, su capacidad de censado, lo cual depende de la limpieza, distancias de la maquina, posicion del sensor.	8	192	Se recomienda de manera urgente, que se haga una rutina de limpieza por turno en estos sensores, que sea de succion y no de soplar aire, para evitar daños a la salud del operario y tambien para asegurar se limpie correctamente el sensor. Ademas de asegurar las medidas para el correcto alineamiento del sensor.	Area de ENVASE

Fuente: PROPIA

Tabla 14. Resultados de la Aplicadora INFILROT Z40(Maquina con riegos intermedios).

No	Componente	Funcion del Proceso	Falla Potencial	Efecto potencial de la Falla en el Proceso	Severidad	Causas Potenciales de la Falla	Ocurrencia	Control actual del Proceso	Deteccion	RP N	Acciones Recomendadas	Respuestas/Fecha
2	Accionador Neumatico Rotacional.	Trasladar Sacos a la Envasadora.	El componente no gira ni responde.	Evita el traslado de las bolsas de un lado a otro no permite que este llegue a su destino, tanto de la norimat hacia la aplicadora y viceversa.	4	El accionador esta dañado, no le llega suficiente aire por fugas en las mangueras, sellos dañados, etc...	2	Se cambia de manera inmediata.	6	48	Al ya cambiarlos, para evitar atrasos; Revisar las mangueras. Asegurarse que los sellos estén en buen estado y lubricarlo. Revisar si no hay ninguna ruptura en la estructura.	Area de ENVASE
3	Interruptor de Proximidad.	Trasladar Sacos a la Envasadora.	Sensor no determina final de rotacion.	Si no se determina el final de rotacion, la maquina va parar, por que esta diciendo que las bolsas nunca llegaron a su destino.	2	Suciedad en el sensor. Cambio de posicion del sensor por vibraciones o golpes. Falta de calibracion del sensor.	2	Se limpia el sensor en el momento. Lo cambian. Se regula su capacidad de censado. Se revisa que este en su posicion correcta.	6	24	Rutina de limpieza de sensor por turno. En caso de que el sensor se mueva, verificar que este debe estar en posicion horizontal paralelo a la mesa giratoria cuando esta llega al aplicador.	Area de ENVASE
4	Accionador Neumatico de Traslacion.	Trasladar Sacos a la Envasadora.	No se da el cambio entre los cambios que son de 50kg y 25kg. La mesa no termina de llegar a donde debe dejar los sacos.	Evita el traslado de las bolsas hacia la mesa de levantamiento de sacos.	3	El accionador esta dañado, no le llega suficiente aire por fugas en las mangueras, sellos dañados, etc...	3	Se cambia de manera inmediata. Se revisa si no es el sensor lo que ocasiona que no avance la mesa.	6	54	Al ya cambiarlos, para evitar atrasos; Revisar las mangueras. Asegurarse que los sellos estén en buen estado y lubricarlo. Revisar si no hay ninguna ruptura en la estructura.	Area de ENVASE
5	Sensor Inductivo de empujadores de sacos.	Empujar los Sacos a la Mesa de Levantamiento.	Sensor no determina el final de carrera del piston que levanta los empujadores de saco.	No se van a levantar los empujadores, o si se levantan no es en la altura correcta, lo que causara que los empujadores se traven en la mesa o que una bolsa quede atascada entre ellos. La maquina va a apagarse.	2	Suciedad en el sensor. Cambio de posicion del sensor por vibraciones o golpes. Falta de calibracion del sensor.	2	Se limpia el sensor en el momento. Lo cambian. Se regula su capacidad de censado. Se revisa que este en su posicion correcta.	6	24	Rutina de limpieza de sensor por turno. En caso de que el sensor se mueva, verificar que este debe estar por debajo del rastillo de la mesa en posicion vertical.	Area de ENVASE
6	Accionador neumatico de Empujadores	Empujar los Sacos a la Mesa de Levantamiento.	Se trava la palanca que mueve los empujadores.	Esta palanca es activada por el accionador neumatico que realiza un desplazamiento lineal en direccion horizontal, si esta no se activa los empujadores no avanzan y por lo tanto no llega la bolsa a la mesa del aplicador, no se detectan bolsas y la maquina se apaga.	3	El accionador esta dañado, no le llega suficiente aire por fugas en las mangueras, sellos dañados, se quiebra una pieza del accionador por la fuerza que este ejerce, etc...	2	Se cambia de manera inmediata. En caso de quebrarse un soporte se tienen los repuestos a la mano para cambiarlo.	6	36	Al ya cambiarlos, para evitar atrasos; Revisar las mangueras, asegurarse que no hayan fugas y que el paso de aire sea suficiente. Asegurarse que los sellos estén en buen estado y lubricarlo. Revisar si no hay ninguna ruptura en la estructura.	Area de ENVASE
12	Accionador Neumatico de 2 posiciones.	Compactador de Sacos (carro empujador de saco)	defecto de movimiento en giro de eje de soporte.	No se determina el fin de carrera del carro empujador de saco.	4	La electroválvula presenta fallas, lo que hace que no se controle el caudal de aire que necesita el piston. Un soporte del actuador esta dañado. Puede que hayan sellos dañados.	2	Se cambia inmediatamente. Siempre deben haber repuestos a mano.	7	56	Revisar las electroválvulas, si esta dañada tener el repuesto en el area. Revisar las mangueras. Manera correcta de colocarlo es de forma horizontal. Asegurarse que los sellos estén en buen estado y lubricarlo. Revisar si no hay ninguna ruptura en la estructura.	Area de ENVASE
13	Accionador Neumatico de 2 posiciones.	Compactador de Sacos (Regula Longitud).	Los sacos quedan flojos y se caigan de la mesa, y se atasquen causando un paro en la maquina.	No se alinean bien los sacos conforme a su longitud.	6	La electroválvula presenta fallas, lo que hace que no se controle el caudal de aire que necesita el piston. Un soporte del actuador esta dañado. Puede que hayan sellos dañados.	2	Se cambia inmediatamente. Siempre deben haber repuestos a mano.	7	84	Revisar las electroválvulas, si esta dañada tener el repuesto en el area. Revisar las mangueras. Manera correcta de colocarlo es de forma horizontal. Asegurarse que los sellos estén en buen estado y lubricarlo. Revisar si no hay ninguna ruptura en la estructura.	Area de ENVASE
15	Bomba de Vacio	Grupo Tomasacos	El brazo con ventosas no logra levantar el saco.	Si las ventosas no logran levantar la bolsa esta no llega al grupo de lanzamiento y disparo que es la que saca la bolsa de la Aplicadora.	8	Se puede dañar la ventiladora de enfriamiento de la bomba. Generalmente solo se genera daños en el motor de la bomba por que se calienta entonces se dispara, no es algo muy comun.	2	Se cambia a una nueva o una ya reparada inmediatamente, lo cual toma aproximadamente 40 minutos. Se cambian partes dañadas. La mayoría del tiempo la ventiladora.	7	112	El nivel de aceite debe chequearse al menos una vez al dia. Si el nivel de aceite esta por debajo de la marca "MAX" que se ve desde el vidrio para visualizar el aceite, se le debe agregar mas aceite. Llenela de aceite hasasta que el nivel llegue a la marca "MAX" en el vidrio de visualización. Se debe cambiar el filtro de aceite y el aceite cada 100 horas de operación.	Area de ENVASE
25	Motor Electrico 240/400V	Grupo Lanzamiento de Saco	No giran las correas contrapuestas, por que se dispara el motor.	No giran las correas contrapuestas y se safan al parar de manera casi inmediata.	6	Rodamientos del motor que se desgastan. Problemas con el control del motor (se programa cambios en contactores). Guarda motor dañado. Cable de alimentación dañado. Altas temperaturas en el motor.	2	Revisar o cambiar contactores. Reparar cualquier daño interno del motor. Cambiar rodamientos del motor.	5	60	Revisar o cambiar contactores. Reparar cualquier daño interno del motor. Cambiar rodamientos del motor. Revisar los variadores y sus parametros (guiarse del manual de cada uno).	Area de ENVASE

Fuente: PROPIA

Tabla 15. Resultados Paletizadora POLIMAT C40 (Maquina con mayor cantidad de riesgos).

No	Componente	Función del Proceso	Falla Potencial	Efecto potencial de la Falla en el Proceso	Severidad	Causas Potenciales de la Falla	Ocurrencia	Control actual de Detección	Detección	RPN	Acciones Recomendadas	Responsables / Fecha
13	Motor Reductor (480V controlado con un Variador de frecuencia)	Movimiento de abrir/cerrar de de planos abribles	Se dispara el motor, falla en el termico.	No se abren los planos abribles, por lo tanto no se completara el palet completo de bolsas llenas para cargar.	4	Se esta forzando el motor Sobreorientes Daños en rodamientos Daños en las terminales en la caja de conexiones. Desconfiguración de Parametros en el variador. Voltajes irregulares en las terminales.	2	Cambiar Motor	7	56	Siempre revisar cual es la razon por la que se dispa el termico. No cambiarlo de una vez por que puede que esten desechando un motor que talvez tiene un pequeño daño rapidamene reparable. Revisar los rodamientos. Siempre revisar las terminales de la caja de conexiones. Puede que las bandas se desalinien, en ese caso, centrarlas. Hacer una previa revision en parametros, puede que el motor se descontrola por algun reset hecho anteriormente y el variador se desconfigure. Controlar el aceite de los reductores y su nivel. Engrasar los soportes.	Area de Envase 30/11/18
14	Motor Reductor (480V controlado con un Variador de frecuencia)	Accionador de Paletas Laterales (1)	Se dispara el motor, falla en el termico.	La paleta no compactan las bolsas al abrirese los "planos abribles".	4	Se esta forzando el motor Sobreorientes Daños en rodamientos Daños en las terminales en la caja de conexiones. Desconfiguración de Parametros en el variador. Voltajes irregulares en las terminales.	2	Cambiar Motor	7	56	Siempre revisar cual es la razon por la que se dispa el termico. No cambiarlo de una vez por que puede que esten desechando un motor que talvez tiene un pequeño daño rapidamene reparable. Revisar los rodamientos. Siempre revisar las terminales de la caja de conexiones. Puede que las bandas se desalinien, en ese caso, centrarlas. Hacer una previa revision en parametros, puede que el motor se descontrola por algun reset hecho anteriormente y el variador se desconfigure. Controlar el aceite de los reductores y su nivel. Engrasar los soportes.	Area de Envase 30/11/18
15	Motor Reductor (480V controlado con un Variador de frecuencia)	Accionador de Paletas Laterales (2)	Se dispara el motor, falla en el termico.	La paleta no compactan las bolsas al abrirese los "planos abribles".	4	Se esta forzando el motor Sobreorientes Daños en rodamientos Daños en las terminales en la caja de conexiones. Desconfiguración de Parametros en el variador. Voltajes irregulares en las terminales.	2	Cambiar Motor	7	56	Siempre revisar cual es la razon por la que se dispa el termico. No cambiarlo de una vez por que puede que esten desechando un motor que talvez tiene un pequeño daño rapidamene reparable. Revisar los rodamientos. Siempre revisar las terminales de la caja de conexiones. Puede que las bandas se desalinien, en ese caso, centrarlas. Hacer una previa revision en parametros, puede que el motor se descontrola por algun reset hecho anteriormente y el variador se desconfigure. Controlar el aceite de los reductores y su nivel. Engrasar los soportes.	Area de Envase 30/11/18
23	Cilindro Neumático de doble efecto	Alimentador de Cartones.	No de ciende el porta ventosas que levanta la carpeta.	Si no se levanta la carpeta esta no se colocara en la mesa de rodillos, y no llegara hasta la mesa de levantamiento ocasionando un paro por falta de carpeta.	4	Mangueras en mal estado. Sellos en mal estado. No esta bien lubricado el cilindro. Revisar si no hay ninguna ruptura en la estructura. La presion de aire no es la adecuada. Error en la electrovalvula.	2	Cambiar Accionador Neumatico	7	56	Siempre revisar sellos retenedores. Revisar las que no haya daños en las mangueras y no esten muy viejas o tengan algun tipo de fuga. Revisar que el cilindro no se haya cambiado de posicion. Revisar la presion del aire. Lurbicar los cilindros. Si se quiebra un soporte, reemplazarlo en el momento (siempre tener repuesto a mano). Es importante tener disponible un juego de guarnición.	Area de Envase 30/11/18
32	Cilindro Neumático de doble efecto	paletas bloqueo de pallet	No se acciona la paleta.	Si no se bloquea el palet este seguir avanzando. Se puede caer el palet.	6	Mangueras en mal estado. Sellos en mal estado. No esta bien lubricado el cilindro. Revisar si no hay ninguna ruptura en la estructura. La presion de aire no es la adecuada. Error en la electrovalvula.	2	Cambiar Accionador Neumatico	7	84	Siempre revisar sellos retenedores. Revisar las que no haya daños en las mangueras y no esten muy viejas o tengan algun tipo de fuga. Revisar que el cilindro no se haya cambiado de posicion. Revisar la presion del aire. Lurbicar los cilindros. Si se quiebra un soporte, reemplazarlo en el momento (siempre tener repuesto a mano). Es importante tener disponible un juego de guarnición.	Area de Envase 30/11/18
44	Fotocelula	Da la señal de entrada de saco al grupo orientador, para que el motor reductor de la paleta orientadora se mueva 30°.	No se manda la señal que entro un saco.	La paleta orientasacos no se acciona, por lo tanto no se gira el saco,	2	Suciedad extrema en el sensor. Se a dañado el sensor. Su capacidad de censado se debe regular. Se movio de Posicion el sensor. Hay irregularidades en voltajes de entrada/salida del sensor.	6	Limpiar el sensor, ubicarlo por prueba y error.	7	84	Controlar la correcta alineación de la fotocélula y su bloqueo, horizontal, justo en la salida de la via de rodillo, en la esquina superior derecha, a la altura de los sacos. Se requiere de una rutina de limpieza diaria por turno de este sensor. Calibrar el sensor. Medir Voltaje en la entrada del sensor. En el caso mas critico, cambiarlo inmediatamente.	Area de Envase 30/11/18
45	Interruptor de proximidad	Paleta Orientasacos (Orientador de sacos)	No se detecta el final de carrera.	El motor seguira moviendo la paleta y se giraran los sacos que no deben, asi deformando las semicapas y por consiguiente la capa.	2	Suciedad extrema en el sensor. Se a dañado el sensor. Su capacidad de censado se debe regular. Se movio de Posicion el sensor. Hay irregularidades en voltajes de entrada/salida del sensor. El sensor esta pegando con la placa que usa para detectar el final de carrera.	6	Limpiar el sensor, ubicarlo por prueba y error.	7	84	Controlar la correcta alineación de la fotocélula y su bloqueo, este esta ubicado de manera vertical, con vista hacia abajo, de manera que cada vez que la paleta vuelve a su posicion inicial (30°) una pequeña placa quede bajo el sensor. Se requiere de una rutina de limpieza diaria por turno de este sensor. Revisar terminales del sensor. Calibrar el sensor. Medir Voltaje en la entrada del sensor. En el caso mas critico, cambiarlo inmediatamente.	Area de Envase 30/11/18
46	Fotocelula	Manda la señal indicando que a salido un saco de la acumuladora (Via de rodillos formacion semicapa)	No se detecta la salida del saco de la cinta de transferencia.	No se seguiran mandando sacos a traves de la cinta de transferencia, se pueden acumular los sacos en fases anteriores. Se da paro por atascamiento de sacos.	4	Suciedad extrema en el sensor. Se a dañado el sensor. Su capacidad de censado se debe regular. Se movio de Posicion el sensor. Hay irregularidades en voltajes de entrada/salida del sensor.	6	Limpiar el sensor, ubicarlo por prueba y error.	7	168	Controlar la correcta alineación de la fotocélula y su bloqueo. Este esta ubicado justo en la entrada de la via de rodillos semicapa, en la esquina superior derecha, justo a la altura de donde pasa el saco. Este debe esta de manera horizontal. Se requiere de una rutina de limpieza diaria por turno de este sensor. Revisar terminales del sensor. Calibrar el sensor. Medir Voltaje en la entrada del sensor. En el caso mas critico, cambiarlo inmediatamente.	Area de Envase 30/11/18

51	Fotocelula	Indican si la mesa ha bajado suficiente. (Bajo bastidor planos abribles nivelaciones plano)	El sensor no detecta que la mesa este suficientemente arriba.	No se sabra si la mesa esta arriba o abajo, puede que se desordene el palet completo por que no esta arriba la mesa.	2	Suciedad extrema en el sensor. Se a dañado el sensor. Su capacidad de censado se debe regular. Se movio de Posicion el sensor. Hay irregularidades en voltajes de entrada/salida del sensor.	6	Limpiar el sensor, ubicarlo por prueba y error.	7	84	Controlar la correcta alineación de la fotocélula y su bloqueo. Este esta ubicado paralelo a la mesa de levntamiento justo debajo de los planos abribles de manera horizontal. Se requiere de una rutina de limpieza diaria por turno de este sensor. Revisar terminales del sensor. Calibrar el sensor. En el caso mas critico, Medir Voltaje en la entrada del sensor. cambiarlo inmediatamente.	Area de Envase 30/11/18
57	Fotocelula	Cuenta el tiempo para que los rodillos se detengan en la posición en la que va la semicapa. (Cinta de Transferencia)	No se detienen los rodillos, o no se activan en el tiempo debido.	Los rodillos no se van a accionar por que no se les mando la señal de salida del saco de la cinta de acumlacion y transferencia.	2	Suciedad extrema en el sensor. Se a dañado el sensor. Su capacidad de censado es irregular. Se movio de Posicion el sensor. Hay irregularidades en voltajes de entrada/salida del sensor.	6	Limpiar el sensor, ubicarlo por prueba y error.	7	84	Controlar la correcta alineación de la fotocélula y su bloqueo. Revisar capacidad de censado. Revisar el posicionamiento, este debe estar justo en la salida de la cinta de transferencia pero no afuera, ubicado junto al motor que se encuentra en la esquina izquierda de la cinta, a la altura de los sacos. Medir el voltaje. Revisar terminales. Se requiere de una rutina de limpieza por turno para este sensor.	Area de Envase 30/11/18
58	Fotocelula	Indica cuando ya se a formado la capa (Via de Rodillos Formacion Capa)	No detecta si una capa no se esta formando	Al no detectar errores en la formacion de capa, esto probocaa que el palet se deforme al estarse formando, y probocara un paro por palet deformado.	2	Suciedad extrema en el sensor. Se a dañado el sensor. Su capacidad de censado es irregular. Se movio de Posicion el sensor. Hay irregularidades en voltajes de entrada/salida del sensor.	6	Limpiar el sensor, ubicarlo por prueba y error.	7	84	Controlar la correcta alineación de la fotocélula y su bloqueo. Revisar capacidad de censado. Revisar el posicionamiento, este debe estar paralelo a la via de rodillos de la formacion capa, justo a la altura de los sacos, en la parte izquierda, colocado de manera horizontal. Medir el voltaje. Revisar terminales. Se requiere de una rutina de limpieza por turno para este sensor.	Area de Envase 30/11/18

Fuente: PROPIA

VI. Conclusiones

Según Nosich (2003) "Una conclusión se trata de un concepto central del pensamiento analítico, la idea es que, cuando razonamos, extraemos finiquitos que sean razonables, ósea precisa, que tengan suficiente evidencia de respaldo y que sean relevantes para nuestra investigación".

1. Se le brinda a la empresa un estudio de AMFE y un manual de mantenimiento correctivo planificado para 3 equipos de la Ventomatic.
2. Por medio de un análisis modal de fallos y efectos se calculan los riesgos que puede presentar cada equipo analizado.
3. Por medio del análisis y las acciones recomendadas se logra la elaboración de un manual de mantenimiento correctivo planificado para poder optimizar el tiempo de los paros provocados por fallas en 3 de los equipos de la Ventomatic.
4. Se realiza un estudio de tiempo, acompañado por una variedad de bitácoras propias y las que son tomadas en la empresa. Después de poner en práctica el manual, se obtuvo un resultado de una disminución de casi 10 horas de paro por fallos, lo que representa un 18% del tiempo antes perdido.

VII. Recomendaciones

A la Empresa:

- Mejorar la limpieza dentro del área donde se encuentra la máquina y bodegas. El ambiente es dañino para la salud.
- Se recomienda que dos instrumentistas, uno por turno, permanezca en las oficinas, al menos en el tiempo en el que los demás miembros de envase se adapten a seguir las instrucciones del manual realizado.
- Dirigir a los practicantes de ingeniería en mecatrónica directamente al área de instrumentación para que desde ahí se puedan hacer proyectos en diversas áreas de la planta.
- Dar una introducción a los practicantes de las normas de seguridad que hay establecidas en la planta, que vestimenta debe usarse, que es todo lo que debe portar dependiendo al área donde estén, a que áreas de la planta puede acceder o no etc.

A la Universidad:

- Reforzar las clases de PLC, redes industriales y sensores y actuadores. La clase de sensores es excelente en la parte teórica, y se tiene una parte práctica básica, pero se recomienda que esta tenga practica con materiales de nivel industrial.
- En lo que concierne a PLC y redes industriales, el material que se aprende no llega ni a lo básico, volviendo la dificultad para realizar los proyectos de graduación más alta, y haciendo perder tiempo en clases donde ya se debería saber de estas ramas.

- En las únicas clases donde realmente se aprende de PLC, son las clases de Diseño Mecatrónico y Sistemas mecatrónicos. Según el plan de la universidad, el alumno ya tiene que saber de esto cuando llega a esas clases, y no es así, lo que hace que los temas de las clases ya mencionadas se deban ver muy rápido.
- Mejorar los Horarios
- Mejorar el servicio al cliente.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Aranaz, J., Aibar, C., Vitaller, J., & Mira, J. J. (2008). *Gestión sanitaria: Calidad y seguridad de los pacientes* (Díaz Santos).
2. Barbera Rodríguez, C. (2009). *AMFE de Procesos y Medios* (1.ª ed.). MADRID: CYAN. Recuperado de https://books.google.hn/books?id=e9pGzoCZadIC&dq=análisis+modal+de+fallos+y+efectos+para+dise%C3%B1os&hl=es&source=gbs_navlinks_s
3. Castells, X. E. (2012). *Reciclaje de residuos industriales: Residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora* (Díaz de Santos). Ediciones Díaz de Santos.
4. Cuatrecasas, L. (2005). *Gestión integral de la calidad: implantación, control y certificación* (3a. ed.). Madrid, SPAIN: Ediciones Gestión 2000. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3182425>
5. Enriquez Palomino, A., Sánchez Rivero, J. M., & Martín Blanco, V. (2016). *Seguridad industrial: puesta en servicio, mantenimiento e inspección de equipos e instalaciones*. Madrid, UNKNOWN: FC Editorial. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=4824521>
6. Fernández, F. J. G. (2005). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado* (1.ª ed.). FC Editorial.

7. Garcia Garrido, S. (2009). *Ingeniería del Mantenimiento*. Recuperado de <http://www.renovetec.com/ingenieria-del-mantenimiento.pdf>
8. Domingo Navas, R., & Pérez, M. Á. S. (2013). *Técnicas de mejora de la calidad*. Madrid, SPAIN: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtual-ebooks/detail.action?docID=3216137>
9. González, V. L. (2018). *Diagnosis de averías y mantenimiento correctivo de sistemas de automatización industrial. ELEM0311*. IC Editorial. Recuperado de <https://books.google.hn/books?id=DP1qDwAAQBAJ&pg=PT91&dq=mantenimiento+correctivo+industrial&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjrstXPjdneAhUR11kKHUcgA0kQ6AEIKzAB#v=onepage&q=mantenimiento%20correctivo%20industrial&f=false>
10. Jimenez Raya, F. (2018). *Mantenimiento Preventio de Sistemas de Automatizacion Industrial*. IC EDITORIAL.
11. Lagares, F. J. (2015). *Reparación de equipos mecánicos y eléctricos de plantas de tratamiento de agua y plantas depuradoras*. (5.^a ed.). España: ELEARNING SL. Recuperado de [https://books.google.hn/books?id=xcZWDwAAQBAJ&pg=PA158&dq=Según+Lagares+\(2015\),+Un+sistema+máquina+herramienta+o+producto+dado](https://books.google.hn/books?id=xcZWDwAAQBAJ&pg=PA158&dq=Según+Lagares+(2015),+Un+sistema+máquina+herramienta+o+producto+dado)

+se+divide+en+sus+piezas+o+componentes+básicos.+Lo+primero+que+
debe+hacer+el+encargado+de+realizar+el+análisis+es+preguntarse:+•+¿C
omo+podría+fallar+la+pieza?+•+¿Qué+probabilidad+hay+de+que+ocurra
?+•+¿Cuál+sería+el+efecto+si+falla?+Se+identificará+el+modo+de+falla+
de+cada+pieza+y+se+determinará+su+efecto+en+la+función+del+produ
cto..&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjLn-WEx9beAhVCu1kKHTj-
AdoQ6AEIJAA#v=onepage&q&f=false

12. Lita, R. L., Beltrán, F. F., & Mañes, Á. D. (2006). *La comunicación corporativa en el ámbito local*. Publicacions de la Universitat Jaume I.
13. M, M. E. G. (2003). *Diseño de proyectos en la investigación cualitativa*. Universidad Eafit.
14. Miranda Gonzales, F. J., Chamorro Merra, A., & Lacoba, S. (2007). *Introducción a la gestión de la calidad* (6.^a ed.). Delta Publicaciones.
Recuperado de
https://books.google.hn/books?id=KYSMQQyQAbYC&dq=análisis+modal+de+fallos+y+efectos&hl=es&source=gbs_navlinks_s
15. Nosich, G. M. (2003). *Aprender a pensar: pensamiento analítico para estudiantes* (Pearson Educación, 2003).
16. Pardo Álvarez, J. M. (2017). *Gestión por procesos y riesgo operacional*. Madrid, UNKNOWN: AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación.

Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtual-ebooks/detail.action?docID=5190227>

17. Pérez González, A., Rodríguez Cervantes, P. J., & Sancho Brú, J. L. (2007). *Mantenimiento mecánico de máquinas (2a. ed.)*. Castellón de la Plana, SPAIN: Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3216894>
18. Perez Serrano. (2002). *La planificación. Hacia un concepto técnico-científico de la planificación. Plan- Programa-Proyecto*. NARCEA. Recuperado de <https://docplayer.es/77245544-Indice-1-la-planificacion-hacia-un-concepto-tecnico-cientifico-de-la-planificacion-plan-programa-proyecto.html>
19. Pilar, C. L., & Remei, P. M. (2013). *Cómo y dónde buscar fuentes de información*. Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona.
20. Pizarro, M. T. (2015). *MF1182_3 - Organización y gestión de los procesos de mantenimiento de las instalaciones eléctricas en el entorno de edificios y con fines especiales (5.ª ed.)*. España: Editorial Elearning, S.L. Recuperado de <https://books.google.hn/books?id=-PM-DwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=mantenimiento+y+tipos+de+mantenimiento&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiOqr->

7itneAhWRpFkKHWd8CQkQ6AEINjAD#v=onepage&q=mantenimiento%20y%20tipos%20de%20mantenimiento&f=false

21. Porta, D. della, & Keating, M. (2013). *Enfoques y metodologías en las Ciencias Sociales: Una perspectiva pluralista*. Ediciones AKAL.

22. *Proceso de Diseño*. (s. f.).

23. ProQuest Ebook Central Reader. (s. f.). Recuperado 15 de noviembre de 2018, de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtual-ebooks/reader.action?docID=5192658&query=Elaboracion+de+Cemento>

24. Rodriguez, olga, Frias, M., & Rojas, M. (2010). *Nuevos materiales puzolánicos a partir de un residuo papelerero para la industria del cemento* (1.^a ed.). Madrid: Editorial CSIC - CSIC Press. Recuperado de https://books.google.hn/books?id=HwKc_e9oykAC&pg=PA9&dq=La+industria+cementera&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwinq_3Pxs_eAhWLzlkKHRrIASMQ6AEISDAH#v=onepage&q&f=false

25. SanJuan Barbudo, M. A. (2004). *Introduccion a la fabricacion y normalizacion del cemento Portland* (1.^a ed.). España: Universidad de Alicante. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtual-ebooks/reader.action?docID=5192658&query=Elaboracion+de+Cemento>

26. Tovar, A. P. (2009). *Apuntes teóricos y ejercicios de aplicación de gestión del mantenimiento industrial- Integración con calidad y riesgos laborales-*.
Lulu.com.
27. UF1670 - Reparación de equipos mecánicos y eléctricos de plantas de ... -
Fátima Janoudi Lagares - Google Libros. (s. f.). Recuperado 15 de noviembre
de 2018.
28. VENTOMATIC, Fls. (2005). *VENTOCHEK*. Italia: VENTOMATIC S.p.A.
29. VENTOMATIC, Fls. (2008). *APLICADORA DE SACOS INFILROT Z40* (1.ª ed.).
Italia: VENTOMATIC S.p.A.
30. Ventomatic, Fls. (2009). *Ensacadora Geo/Gev plus* (1.ª ed.). Italia:
VENTOMATIC S.p.A.
31. Ventomatic, Fls. (2010). *NORIMAT* (1.ª ed.). Italia: VENTOMATIC S.p.A.
32. VENTOMATIC, Fls. (2010a). *POLIMAT C40*. VENTOMATIC S.p.A.
33. VENTOMATIC, Fls. (2010b). *VENTO CUBE* (1.ª ed.). Italia: VENTOMATIC S.p.A.
34. Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., & Crespo, A. (2013).
Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales
herramientas de apoyo/Proposal of a maintenance management model and
its main support tools. *Ingeniare: Revista Chilena de Ingeniería; Arica*, 21(1),
125-138.

IX. Anexos



Ilustración 17. Sensor Incrustado en pistón de soporte en NORIAMAT.



Ilustración 18. Falta de limpieza en fotocélula en Aplicador de Sacos INFILTO Z40.



Ilustración 19. Rose de Interruptor de proximidad en barra de nivel en Aplicador de Sacos INFILTO Z40.



Ilustración 20. Suciedad en Interruptor de Proximidad que detecta el rastrillo del Aplicador de Sacos INFILTRO Z40.



Ilustración 21. Exceso de Polvo en vía de rodillos.



Ilustración 22. Paleta gira sacos en Paletizadora POLIMAT C40.