



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE GRADUACIÓN

**PROPUESTA PARA MEJORAR PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO ENFOCADO EN
REDUCIR FALLAS PARA PLANTA EXTRUDER, CARGILL**

PRESENTADO POR:

JENNY ALEJANDRA TORRES PÉREZ 21411371

ASESOR: ING. DARWIN REYES

CAMPUS: UNITEC-SPS

OCTUBRE 2018

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	7
ÍNDICE DE TABLAS	9
I. INTRODUCCIÓN	11
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
2.1 ANTECEDENTES.....	12
2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	13
2.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	13
2.4 OBJETIVOS.....	13
2.4.1 OBJETIVO GENERAL	14
2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
2.5 JUSTIFICACIÓN.....	15
III. MARCO TEÓRICO	16
3.1 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO.....	16
3.2 MANTENIMIENTO	17
3.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	17
3.3.1 ASIGNACIÓN DE PRIORIDADES	18
3.4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	21
3.4.1 ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	22
3.5 MANTENIMIENTO PREDICTIVO	23
3.5.1 OBJETIVO DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO	24
3.5.2 TÉCNICAS APLICABLES AL MANTENIMIENTO PREDICTIVO	24
3.5.3 VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	24
3.6 VENTAJAS DE LA EXTERNALIZACIÓN U OUTSOURCING DE MANTENIMIENTO.....	25
3.7 MANTENIMIENTO E HIGIENE EN EL RUBRO ALIMENTICIO	26
3.8 CARGILL	27
3.8.1 NUTRICIÓN ANIMAL.....	28
3.8.2 LOGO DE LA EMPRESA	28
3.8.3 MISIÓN	28
3.8.4 VISIÓN	28
3.9 MATERIA PRIMA.....	29
3.9.1 PROCESO.....	29

3.9.2 MARCAS Y PRESENTACIONES	36
3.10 EQUIPOS AUXILIARES.....	39
3.10.1 TORRE DE ENFRIAMIENTO	39
3.10.2 COMPRESORES HELICOIDALES.....	40
3.10.3 GENERADORES.....	41
3.11 METODOLOGÍA EN RCM	42
3.11.1 PUNTOS FUERTES DEL RCM	44
3.11.2 PUNTOS DÉBILES DEL RCM	45
IV. METODOLOGÍA.....	46
4.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA	46
4.2 HIPÓTESIS Y VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.....	47
4.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE	47
4.2.2 VARIABLES DEPENDIENTES	47
4.3 ENFOQUE Y MÉTODOS.....	48
4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS.....	49
4.4.1 OBSERVACIÓN	49
4.4.2 ENTREVISTA	49
4.5 UNIDAD DE ANÁLISIS Y RESPUESTA.....	50
4.6 FUENTES DE INFORMACIÓN	50
4.6.1 FUENTES PRIMARIAS	50
4.6.2 FUENTES SECUNDARIAS	50
4.7 LIMITACIONES.....	50
4.8 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	51
4.8.1 DIAGRAMA DE GRANTT	52
V. ANÁLISIS Y RESULTADOS	53
5.1 EVALUACIÓN GENERAL DE LOS EQUIPOS AUXILIARES	53
5.2 MEJORA EN EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS AUXILIARES	54
5.3 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELABORADO PARA EL COMPRESOR KAESER BSD 60HP	59
5.4 PROBLEMAS DETECTADOS EN LAS HOJAS DE CHEQUEO.....	64
5.5 ASIGNACIÓN MENSUAL DE INSPECCIONES	64
5.5.1 CUMPLIMIENTO MENSUAL DE INSPECCIONES	67
5.5.2 RENDIMIENTO MENSUAL DE LOS TÉCNICOS.....	68
5.6 EVIDENCIAR MEJORA	69

5.7 APORTACIONES	71
VI. CONCLUSIONES	74
VII. RECOMENDACIONES.....	75
BIBLIOGRAFÍA.....	76
ANEXOS	79

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Los ocho elementos esenciales para establecer eficazmente objetivos.	14
Ilustración 2 Historia y evolución del mantenimiento industrial.....	16
Ilustración 3. Diagrama de proceso para un mantenimiento correctivo.....	18
Ilustración 4 Asignación de prioridades en el mantenimiento correctivo.....	20
Ilustración 5 Bathtub curve.....	22
Ilustración 6 Razones para la externalización del mantenimiento.....	26
Ilustración 7 Vista aérea de Alcon del grupo Cargill Honduras.....	27
Ilustración 8 Logo de Cargill Honduras.....	28
Ilustración 9 Transportador vertical de cangilones, nombrado transportador de Recibo.	30
Ilustración 10 Tolvas de recibo con redirección del producto hacia trasportadores.	30
Ilustración 11 Molino Altima.	31
Ilustración 12 Motor del molino Altima, 300Hp con velocidad máxima de 3600 rpm.....	31
Ilustración 13 Explicación del proceso de extrusión.....	32
Ilustración 14 Extrusor 8A de planta Extruder, distribuido por Extru-Tech Inc.....	32
Ilustración 15 Coater automatizado, con tornillos dobles para una mejor mezcla.....	33
Ilustración 16 Tanques de almacenamiento de mezcla.	34
Ilustración 17 Enfriadora de producto extruido, con extractores de calor en la parte inferior.35	
Ilustración 18 Empacadora manual de dogui, parte final del proceso.....	35
Ilustración 19 Marcas de nutrición animal.....	36
Ilustración 20 Nuevas marcas integradas a producción este 2018.....	37
Ilustración 21 Torre de Enfriamiento, manufacturada por los técnicos de Alcon.	39
Ilustración 22 Compresor helicoidal marca KAESER de 60Hp, modelo BSD.....	40
Ilustración 23 Tornillo del compresor Kaeser, seccionado para una mayor apreciación.....	41
Ilustración 24 Generador de energía Diesel de 1200Kva, marca Cummins.	41
Ilustración 25 Las 7 preguntas básicas del proceso RCM.	44
Ilustración 26 Enfoque investigativo.	48
Ilustración 27 Estado del antes y después de los equipos auxiliares.....	54
Ilustración 28 Hoja de chequeo creada para el Generador Cummins de 1250Kw.....	54
Ilustración 29 Hoja de chequeo mejorada para el Generador de 1250Kw, marca Cummins. .	55
Ilustración 30 Aplicación de la hoja de chequeo mejorada.....	56

Ilustración 31 Hoja de chequeo para el Compresor de 60 HP de marca Kaeser, modelo BSD.	57
Ilustración 32 Compresor de 60 HP de marca Kaeser, modelo BSD.....	58
Ilustración 33 Pantalla inicial del programa de mantenimiento, Maintenance Manager versión 2.0 (MMV2).....	65
Ilustración 34 Ingreso de inspecciones.	66
Ilustración 35 Control para la asignación de inspecciones.	67
Ilustración 36 Cumplimiento de inspecciones y dispositivos críticos planta FEED.	67
Ilustración 37 Cumplimiento de inspecciones y dispositivos críticos planta EXTRUDER.....	68
Ilustración 38 Tabla para llevar un control del desempeño de los técnicos Feed-septiembre.	68
Ilustración 39 Tabla para llevar un control del desempeño de los técnicos Extruder- septiembre.	69
Ilustración 40 Producción de los meses de agosto y septiembre.....	69
Ilustración 41 Horas de paros registradas en los meses de Agosto y Septiembre.	70
Ilustración 42 Gradadas utilizadas para la limpieza de moldes.	71
Ilustración 43 Ubicación de la nueva mesa de trabajo para la realización de limpieza de moldes.	71
Ilustración 44 Estatus de hallazgos a la segunda semana de septiembre.	72
Ilustración 45 Cuarto de motores.	73
Ilustración 46 Cuarto de motores ordenado y clasificado.	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Presentaciones comerciales y empaquetados de los productos elaborados en Extruder.	38
Tabla 2 Presentaciones en sacos	38
Tabla 3 Congruencia metodológica	46

GLOSARIO

Anormalidad: irregularidad en un proceso o situación.

Avería: daño, rotura o fallo que impide o perjudica el funcionamiento del mecanismo de una máquina, una red de distribución u otra cosa.

Coater: máquina que recubre material con un fluido, saborizantes.

Compresor: es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tales como gases y vapor.

Copinoc: empresa subcontratada por Cargill responsable de suministrar mano de obra.

EHS: Environmental Health and Safety

Holística: del todo o que considera algo como un todo.

Inspeccionar: examinar atentamente una cosa o lugar.

Mantecnologías: entendiendo como tales métodos puramente técnicos para hacer el mantenimiento y que siempre deberán soportarse en una adecuada organización.

Preventivo: que previene un mal o peligro o sirve para prevenirlo.

Tribología: es la ciencia que estudia la fricción, el desgaste y la lubricación que tiene lugar durante el contacto entre superficies solidas en movimiento.

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo del desarrollo de la industria, se han detectado hitos importantes de evolución tecnológica, en los que destaca la ingeniería mecatrónica como pilar de innovación y de soluciones de ingeniería.

Un profesional de ingeniería está facultado para innovar, diseñar, evaluar, gestionar y mantener sistemas; la carrera de Mecatrónica es una de las más importantes ya que reúne disciplinas como la mecánica, la electrónica, la informática, el control y la automatización de los procesos industriales. Esto le permite al profesional resolver y brindar soluciones a los problemas tecnológicos que actualmente presenta la industria para crear la mejor solución en las actividades humanas.

Debido a la importancia de sus funciones para la modernización en los procesos de producción en la industria, se pretende plantear una mejora para el área de mantenimiento. "La función principal del mantenimiento en una empresa es conservar la planta física en óptimas condiciones de operación y, a la vez, garantizar que la producción no sea interrumpida por paros imprevistos; en caso de suceder estos, se busca resolver en el menor tiempo posible"(Medrano Márquez & González Ajuech, 2017, p. 11).

En este informe se busca mostrar la manera en la que Cargill Honduras dirige el área de mantenimiento, observar sus debilidades; y con base al resultado se elaborará una propuesta, para mejorar la eficiencia del área. Enfocándose en reducir los paros de producción debidos a la mala implementación del mantenimiento, determinar cuál de estos causan más problemas y el porqué, para poder crear así una mejora en el plan de mantenimiento predictivo de equipos auxiliares, con el objetivo de disminuir las interrupciones de producción por mantenimientos correctivos no programados; creando así una mayor productividad en la planta.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 ANTECEDENTES

Cargill ingresa al territorio centroamericano con la adquisición de acciones en Alimentos Concentrados Nacionales (ALCON, en Honduras), actualmente establecida en la ciudad de Villanueva, Cortes desde 1969. Es una empresa líder en nutrición animal, brindando a sus consumidores soluciones innovadoras, transformadoras y sustentables para la industria de producción animal. Cuenta con una distinción única en el mercado nacional, entre sus marcas encontramos Dogui; la marca premium de comida para perros en etapa adulta, PetMaster; ofrece comida para nuestros perros en etapa cachorro y adulto, Gati; comida para gatos, Alcon; alimentos concentrados para cerdos, ganado, tilapia, camarón etc. Cargill se divide en dos plantas de producción, Feed y Extruder.

La demanda en el mercado de los productos que provee y el cierre de Cargill Costa Rica ha encaminado a la inversión de maquinaria, creando nuevas líneas de producción para abastecer el mercado nacional y centroamericano. La planta Extruder requiere de una nueva propuesta de mejora en el plan de mantenimiento predictivo para la reducir los tiempos de paros.

El plan de mantenimiento actual de la empresa se basa en mantenimiento correctivo, esto significa que la mayor parte de los paros de producción son forzados-no planificados aumentando los tiempos de paro. Debemos reconocer el mantenimiento como un cliente interno de producción, en estos casos, Producción y Mantenimiento son dos elementos igualmente importantes del proceso productivo, dos ruedas del mismo carro que deben trabajar de la mano.

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Cargill tiene la necesidad de duplicar su producción, han invertido en nuevas líneas de producción automatizadas, sin embargo, no son suficientes para lograr su objetivo meta, ya que se registran demasiados paros de producción, por tiempos prolongados, se ha notado que no hay una correcta gestión de mantenimiento. Teniendo al departamento de mantenimiento-Extruder en una crisis interna. La comunicación operador-supervisor de producción- supervisor de mantenimiento-técnico ha tenido gran relevancia en esta crisis.

Otro problema presente son las auditorias, ya que debido a la desorganización que en estos momentos se presenta, no se cuenta con el debido seguimiento de mantenimientos dados a los equipos requeridos por ellos, estas evaluaciones son cruciales para las empresas.

La primera fase se enfocará en el mantenimiento predictivo de dos de los principales equipos auxiliares, los cuales son: compresores y generadores, implementación de nuevos métodos, conceptos y herramientas para lograr optimizar el programa de mantenimiento ya utilizado.

2.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Qué tipos de beneficios tiene el correcto uso del programa maintenance manager?

¿Cómo afecta el desligue de mantenimiento a equipos auxiliares?

¿Cómo se puede evitar el deterioro de las máquinas y la incidencia de fallas que ocasionan paros en las líneas de producción?

2.4 OBJETIVOS

Galpin (2013) afirma: "El establecimiento de objetivos es la explicación clara y sucinta de lo que se espera que las personas alcancen en un período de tiempo dado"(p. 95).

En la ilustración 1 se muestran los 8 principales elementos para el establecimiento de objetivos.

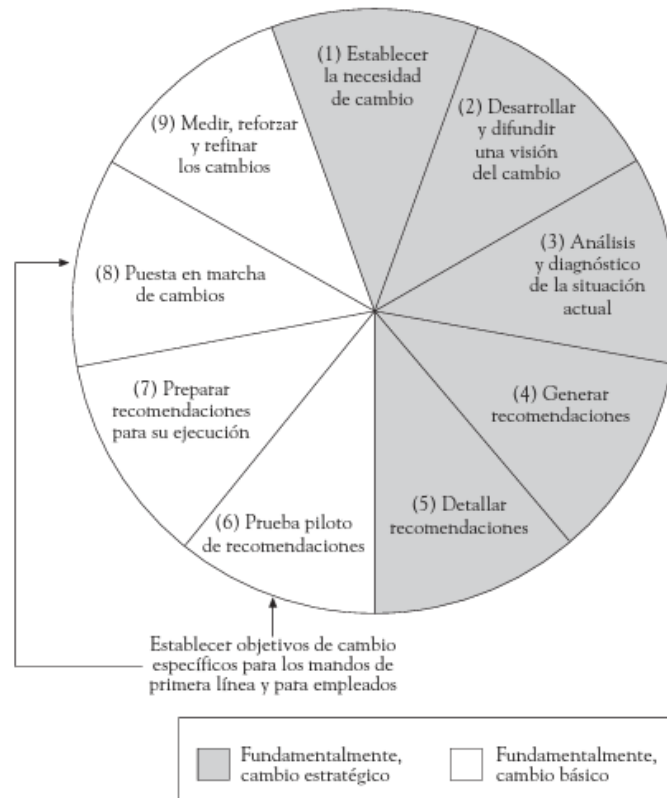


Ilustración 1 Los ocho elementos esenciales para establecer eficazmente objetivos.

Fuente: Libro Fijando Objetivos

2.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar una propuesta de mejora en el mantenimiento predictivo enfocado en reducción de fallas.

2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el estado de los equipos auxiliares.
- Analizar los beneficios obtenidos al utilizar correctamente el programa Maintenance Manager.
- Establecer un plan de mantenimiento para una preservación periódica de equipos auxiliares.

2.5 JUSTIFICACIÓN

Si queremos optimizar, ya no es suficiente con pensar en el tipo de instalación o en las características del equipo. Es necesario tener en cuenta toda una serie de factores, como el coste de una parada de producción, su influencia en la seguridad, el coste de una reparación, etc., que van a determinar las tareas de mantenimiento más convenientes para cada equipo. (García Garrido, 2010, p. 7)

Cargill como cualquier empresa, está en busca de la mejora continua, crecer y obtener el mayor provecho de la planta. Para esto se debe optimizar la producción a un menor costo. Teniendo detectada una de las mayores debilidades en la empresa, se comenzará a realizar propuestas de mejora para que el plan de mantenimiento se lleve a cabo correctamente.

Una vez que se dé el visto bueno a las actividades por realizar, se llevarán a cabo periódicamente tomando en cuenta las áreas involucradas para llegar a un estatus de mejora continua.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO

En la Ilustración 2 se muestra una pequeña cronología de la evolución del mantenimiento, desde 1780 cuando se comenzó a utilizar el mantenimiento correctivo, hasta el año 2005 donde surgió la filosofía de conservación industrial.

Año	Descripción
1780	Mantenimiento correctivo
1798	Uso de partes intercambiables
1903	Producción industrial masiva
1910	Cuadrillas de mantenimiento correctivo
1914	Mantenimiento preventivo
1931	Control de calidad del producto manufacturado
1950	Control estadístico de calidad
1960	Desarrollo del mantenimiento centrado en la confiabilidad
1971	Desarrollo del mantenimiento productivo total
1995	Desarrollo del proceso de las 5 S
2005	Surgimiento de la filosofía de conservación industrial

Ilustración 2 Historia y evolución del mantenimiento industrial.

Fuente: Libro Mantenimiento

Medrano Márquez & González Ajuech (2017) afirman que: "La historia del mantenimiento se relaciona con el desarrollo técnico industrial" (p. 4).

Al comienzo de la era industrial el sector de producción se basaba en un 90% recurso humano y 10% maquinaria. Las funciones de conservación y mantenimiento que el hombre aplicaba a la maquinaria no obtuvieron gran desarrollo, debido a la poca importancia que tenía la máquina en la elaboración del producto o servicio. En este punto surge el mantenimiento correctivo, debido a que las máquinas solo se reparaban cuando surgía la necesidad de paro o falla.

Conforme la demanda de producción fue aumentando, las máquinas obtuvieron mayor participación.

"La mejor máquina no trabajará satisfactoriamente si no se le tiene cuidado, y el costo de una avería puede ser muy elevado, no solo en términos financieros sino también en baja moral del personal y malas relaciones con los clientes"(Lockyer, García Díaz, & Rocha Domínguez, 1995, p. 151).

3.2 MANTENIMIENTO

El mantenimiento es conocido como un conjunto de técnicas aplicadas a un equipo o maquinaria con el fin de prolongar su vida el mayor tiempo posible.

Prando (1996) afirma que:

Es el medio que tiene toda empresa para conservar operable con el debido grado de eficiencia y eficacia su activo fijo. Engloba en conjunto de actividades necesarias para:

- Mantener una instalación o equipo en funcionamiento.
- Reestablecer el funcionamiento del equipo en condiciones predeterminadas.

El mantenimiento incide, por lo tanto, en la cantidad y calidad de la producción.(p. 27)

A lo largo de la evolución industrial el mantenimiento a pasado por diferentes cambios, debido a las necesidades que se han observado.

Debemos tener en cuenta la gran importancia que tiene el mantenimiento en la actualidad, el costo y la remuneración hacia la empresa puede llegar a ser satisfactorio.

Existen diferentes tipos de mantenimiento, entre los cuales se puede mencionar:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo

Cada uno de estos mantenimientos tienen sus ventajas y desventajas, en algunas ocasiones se utilizan 2 o más en conjunto, esto para lograr una mayor rentabilidad de producción.

3.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Es muy difícil la programación de paradas de equipos para realizar actividades de mantenimiento, ya que normalmente se actúa con acciones correctivas y eventualmente mordicativas. No hay presencia de acciones planeadas, y es muy difícil en ellas llegar a la etapa III de mantenimiento, pues no tienen las condiciones para consolidar una táctica y mucho menos una estrategia. (Mora Gutiérrez, 2009, p. 29)

Medrano Márquez & González Ajuech (2017) afirman: "El mantenimiento correctivo es la serie de actividades que se requiere efectuar en las propiedades o activos de una empresa cuando dejan de proporcionar el servicio para el cual fueron diseñados" (p. 28). Este mantenimiento

se suele utilizar cuando una maquina genera falla la cual incurre en el paro de esta y por consecuencia en paro de producción, teniendo un fuerte impacto para la planta.

Este tipo de mantenimiento no debe utilizarse como base en una empresa, ya que las fallas pueden llegar a ser recurrentes, crear daños en otros equipos y de igual manera incrementar el tiempo de reparación de estos.

Sin embargo, es recomendable que la empresa esté preparada para este tipo de mantenimiento, de esta manera se acorta el tiempo de reparación cuando se presenta una falla. En la ilustración 3 se muestra la cronología de acciones ante una avería.

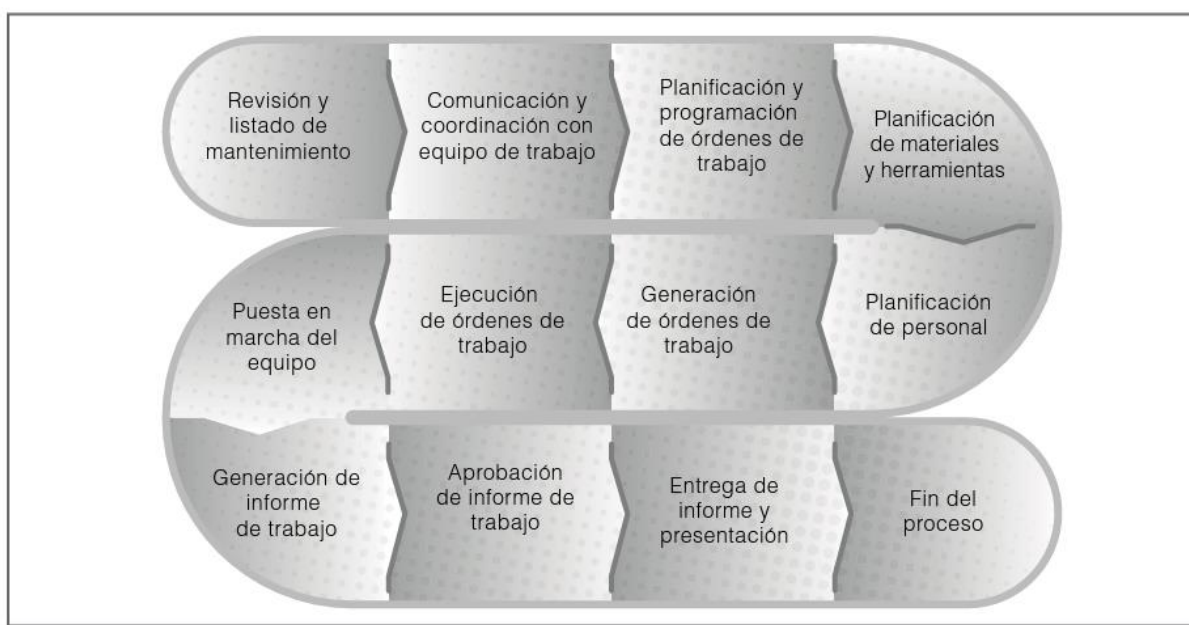


Ilustración 3. Diagrama de proceso para un mantenimiento correctivo.

Fuente: Libro Mantenimiento: planeación, ejecución y control.

3.3.1 ASIGNACIÓN DE PRIORIDADES

Unos de los principales problemas que se plantean a la hora de gestionar ordenes de trabajo correctivas es asignar prioridades. Cuando se produce una avería, el personal generalmente está trabajando en otras, y tiene una cierta carga de trabajo acumulado, por esta razón se hace necesario determinar que avería se hace más urgente. (García Garrido, 2010, p. 103)

Los niveles de prioridades pueden ser muchos y muy variados, pero en casi todas las empresas se establecen al menos tres niveles:

- Averías urgentes: son aquellas que deben resolverse inmediatamente, sin esperar, pues causan un grave perjuicio a la empresa.
- Averías importantes: aunque causen un trastorno al normal funcionamiento de la planta pueden esperar a que todas las averías urgentes se resuelvan.
- Averías cuya solución pueden programarse: puede que sea conveniente a esperar una parada del equipo o, simplemente, que el trastorno que causan es pequeño.

En la ilustración 4 se observa la forma de priorizar la realización de un mantenimiento correctivo.

ASIGNACIÓN DE PRIORIDADES DIAGRAMA DE FLUJO

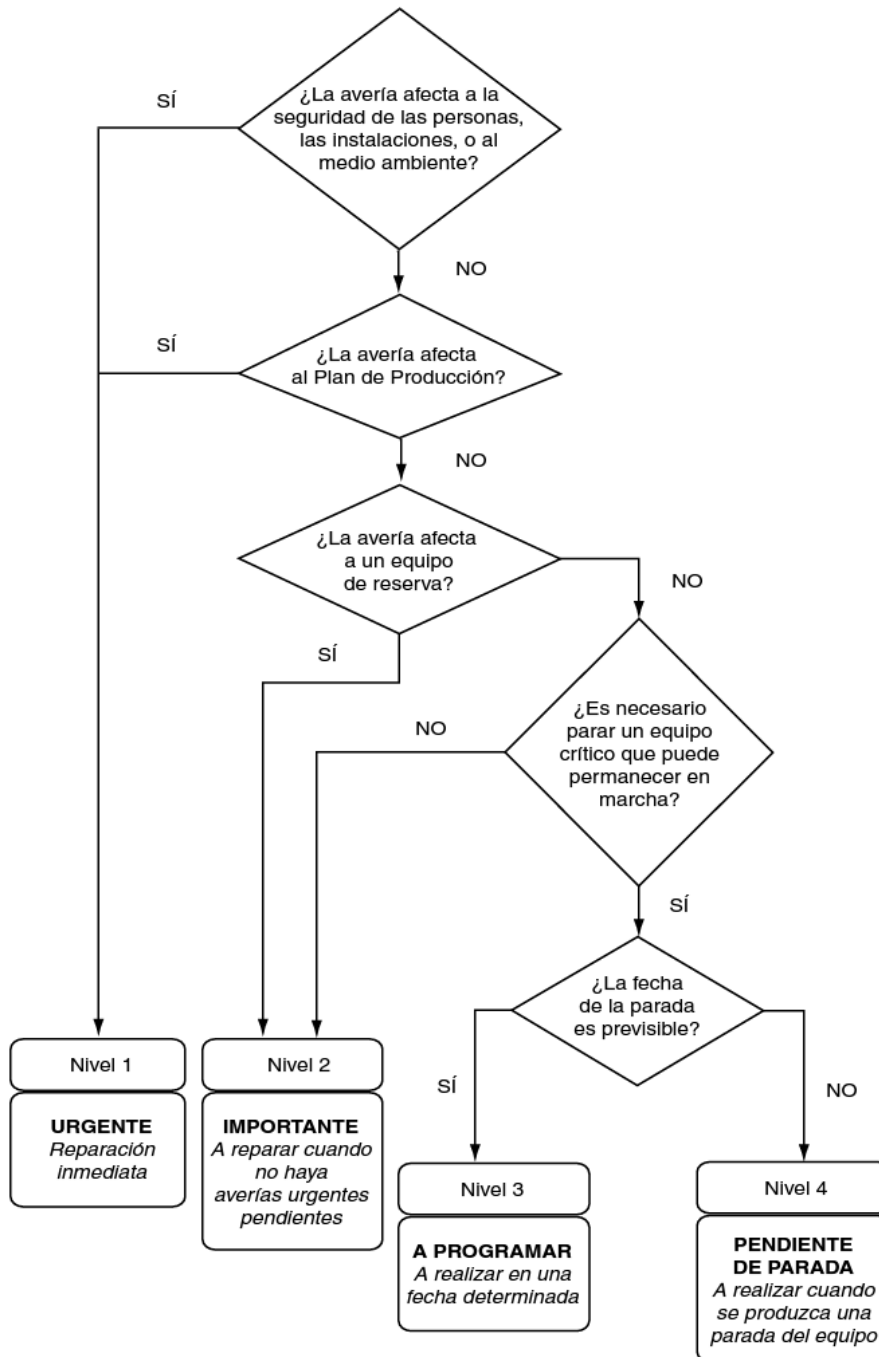


Ilustración 4 Asignación de prioridades en el mantenimiento correctivo.

Fuente: Libro Organización y gestión integral de mantenimiento

3.4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo es la supervisión planificada, constante, regular y proyectada, así como la distribución de labores previstas como ineludibles, que se realizan en todas las instalaciones, maquinas o equipos, con la finalidad de reducir los casos de emergencias y permitir un mayor tiempo de operación en forma continua. (Medrano Márquez & González Ajuech, 2017, p. 66)

El objetivo principal de este mantenimiento es reducir los paros de producción por fallas y la depreciación excesiva en máquinas. Para que la aplicación de un mantenimiento preventivo resulte favorable deberá estar bien planeado y ejecutado ya que este se basa en un conjunto de inspecciones realizadas por los técnicos de la empresa. Los cuales deben contar con una buena disciplina, conocimientos y herramientas para realizar las inspecciones como es debido. "La misión del personal de mantenimiento es que tan pronto se dé cuenta que un sistema, equipo o maquina haya bajado su fiabilidad, inmediatamente haga lo necesario para regresarlo a su condición normal" (Dounce Villanueva, 2000, p. 34).

Las tareas de mantenimiento se basan en el tiempo transcurrido u horas de operación. La figura 6 ilustra un ejemplo de la vida estadística de una máquina-tren. El tiempo medio de falla (MTTF) o la curva de bañera de la ilustración 5 indica que una nueva máquina tiene una alta probabilidad de falla, debido a problemas de instalación, durante las primeras semanas de funcionamiento. Después este período inicial, la probabilidad de falla es relativamente baja durante un período prolongado de tiempo. Después de este período de vida normal de la máquina, la probabilidad de falla aumenta bruscamente con el tiempo transcurrido. En la gestión de mantenimiento preventivo, las reparaciones o reconstrucciones de la máquina están programadas sobre la base de la estadística MTTF. (Mobley, 2004, p. 3)

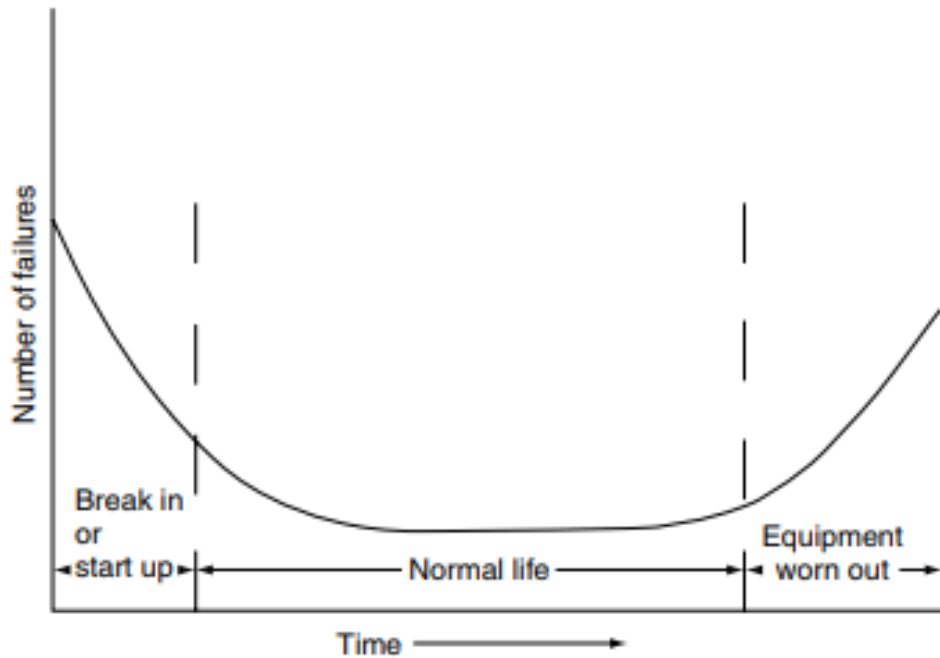


Ilustración 5 Bathtub curve.

Fuente: Maintenance fundamentals (2nd ed)

3.4.1 ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Las principales actividades del mantenimiento preventivo que se aplican a los equipos radican principalmente en:

- Limpieza. Proceso periódico que consiste en mantener los recursos libres de impurezas que imposibilitan su buen funcionamiento.
- Inspección y revisión. Se basa en la observación de los recursos para obtener información sobre su estado físico o funcionamiento.
- Ajuste o calibración. Corrección de las afectaciones sufridas por el recurso, o de alguna de sus partes, ocasionales por el uso.

- Cambio de piezas. Reemplazo de componentes que hayan cumplido su periodo de vida por otros de las mismas características y en buenas condiciones de funcionamiento.
- Lubricación. Aplicación de lubricantes en intervalos normales y con apego a las indicaciones de fábrica.(Medrano Márquez & González Ajuech, 2017, p. 68)

3.5 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

“El mantenimiento predictivo examina, mediante técnicas de análisis predictivas, el estado de los elementos y equipos, estableciendo recomendaciones para intervenir de manera oportuna con labores de mantenimiento, lo que redunda en significativos ahorros de tiempo y, por ende, de dinero”(Medrano Márquez & González Ajuech, 2017, p. 96).

Este tipo de mantenimiento nos ayuda a encontrar fallas antes de que ocurran mediante diagnósticos. Entre las técnicas más utilizadas podemos destacar: análisis y medición de vibraciones, termografías, ultrasonidos, entre otros.

Muchas de las grandes empresas utilizan el mantenimiento predictivo como primera opción, un sistema de mantenimiento predictivo exitoso debe ser capaz de cuantificar los beneficios obtenidos. Una de las desventajas de este tipo de mantenimiento es que suele tener un costo más elevado que el de los otros, debido a que requiero instrumentos de diagnósticos y personal capacitado para su ejecución.

La aplicación del mantenimiento predictivo se apoya en dos pilares fundamentales:

- I) La existencia de parámetros funcionales indicadores del estado del equipo.
- II) La vigilancia continua de los equipos.

3.5.1 OBJETIVO DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO

El objetivo fundamental de un sistema de mantenimiento predictivo debe ser la detección precoz de anomalías y averías para ser corregidas antes de que se produzca un fallo. Este objetivo permitirá conseguir beneficios como:

- Aumento de la disponibilidad de las líneas de producción.
- Reducción de costes de mantenimiento.
- Simplificación de la organización de los trabajos de mantenimiento.
- Mejora de la seguridad e higiene.
- Mejora de la calidad del producto final. (Congreso de Comunicación Local et al., 2006, p. 299)

3.5.2 TÉCNICAS APLICABLES AL MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Para la aplicación del mantenimiento predictivo se requiere de equipo de medición y colección de datos, además de personal calificado para su ejecución. En el mantenimiento predictivo se utilizan varias técnicas, de las cuales las principales son:

- Medición y análisis de vibraciones
- Termografía
- Ultrasonido
- Tribología
- Mediciones eléctricas

Las técnicas aplicadas en el mantenimiento predictivo indican el momento en que la pieza o componente está próximo a fallar, aunque no dicen como evitar este suceso, que se convierte en información relevante, ya que permite planear el mejor momento para la intervención e, incluso, coordinarse con el departamento de producción, que es el principal afectado en cualquier tipo de reparación. (Medrano Márquez & González Ajuech, 2017, p. 101)

3.5.3 VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Entre las ventajas más importantes que reporta este tipo de mantenimiento, pueden citarse las siguientes:

- Detectar e identificar precozmente los defectos que pudieran aparecer, sin necesidad de parar y desmontar la máquina.
- Observar aquellos defectos que sólo se manifiestan sobre la máquina en funcionamiento
- Seguir la evolución del defecto hasta que se estime que es peligroso.
- Elaborar un historial del funcionamiento de la máquina, a través de la evolución de sus parámetros funcionales y su relación con cualquier evento significativo: parada, revisión, lubricación, reemplazo de algún elemento, cambio en las condiciones de funcionamiento, defectos detectados, etc.
- Programar la parada, para la corrección del defecto detectado, haciéndola coincidir con un tiempo muerto o una parada rutinaria del proceso de producción.
- Programar el suministro de repuestos y la mano de obra.
- Reducir el tiempo de reparación, ya que previamente se ha identificado el origen de la avería y los elementos afectados por la misma. (Gómez de León, 1998, p. 28)

3.6 VENTAJAS DE LA EXTERNALIZACIÓN U OUTSOURCING DE MANTENIMIENTO

Aunque las ventajas económicas son las que tradicionalmente impulsaron la externalización total o parcial de los servicios de mantenimiento de una industria, la empresa cliente también se ha visto favorecida en otros aspectos. Así, entre las ventajas más destacables de la contratación externa del mantenimiento pueden destacarse las tres siguientes:

- Mayor facilidad para la gestión de los recursos humanos de mantenimiento.
- Facilidad para disponer de más y mejores medios técnicos que los que puede tener la empresa cliente.
- Mayores conocimientos y aplicación de mejores técnicas.

En la ilustración 6 se muestran las seis principales razones para la externalización del mantenimiento.



Ilustración 6 Razones para la externalización del mantenimiento.

Fuente: El mantenimiento industrial desde la experiencia

Hay que tener en cuenta que, si bien para una empresa cliente el mantenimiento será algo periférico a su negocio principal, para la empresa contratista el corazón de su negocio es precisamente el mantenimiento, por lo que debe suponerse que investiga y desarrolla las mejores técnicas, que cuenta con los mejores medios técnicos, y que su personal está más entrenado y con conocimientos más actualizados que el personal de mantenimiento de la empresa cliente. Veamos en detalle cada una de esas posibles ventajas, siempre teniendo en cuenta que solo se presentarán si se cuenta con la empresa contratista adecuada, si el contrato realizado es el que mejor se adapta a las necesidades de la empresa y si éste está bien gestionado. (Albertos Carrera, 2012, p. 10)

3.7 MANTENIMIENTO E HIGIENE EN EL RUBRO ALIMENTICIO

El equipo de industria alimenticia es susceptible de fallas y deterioro en el rendimiento a lo largo del tiempo, lo que a menudo requiere de mantenimiento lo cual puede comprometer la higiene en la fabricación de alimentos. Los operarios de mantenimiento por sus actividades laborales alrededor del sitio de la fábrica son un riesgo potencial para la seguridad de los alimentos al realizar tareas de mantenimiento, reparación y lubricación. Se debe seguir una guía sobre cómo se puede evitar o reducir la contaminación antes, durante y después de la

lubricación, el mantenimiento y la reparación. Los trabajadores de mantenimiento deben tener conocimiento de los principios del diseño higiénico, deben estar capacitados en buenas prácticas de mantenimiento higiénico y deben estar familiarizados con las prácticas de mantenimiento y mantenimiento de registros.

Independientemente de si el mantenimiento se ha llevado a cabo en un taller o en el entorno de producción de alimentos, el equipo de limpieza debe limpiar el equipo. El equipo de saneamiento también debe mantener registros que indiquen el saneamiento realizado y cualquier muestreo visual, ATP o microbiológico realizado para verificar la limpieza

El equipo debe estar sujeto a un control preoperacional antes de que el proceso comience nuevamente. ¿Se han resuelto todos los problemas técnicos y el equipo está funcionando correctamente? ¿Se han llevado a cabo tareas de mantenimiento y reparación de manera que el equipo del proceso permita la producción de productos alimenticios seguros una vez que se reanude la producción? (Lelieveld, Holah, Napper, & European Hygienic Engineering & Design Group, 2014, p. 400)

3.8 CARGILL



Ilustración 7 Vista aérea de Alcon del grupo Cargill Honduras.

Fuente: Cargill

Cargill es una empresa privada fundada en el año 1865, dedicada a la producción y venta de alimentos, productos y servicios agrícolas, financieros e industriales y es conformada mundialmente por 155,000 asociados en 68 países. Proporciona alimentos, productos agrícolas, financieros e industriales a las personas que los necesitan en todo el mundo.

3.8.1 NUTRICIÓN ANIMAL

Aplican una combinación de 120 años de experiencia junto con las perspectivas que obtienen al operar en 40 países para asistir a productores de ganadería y acuicultura, a productores y distribuidores de alimentos de empresas de todos los tamaños, para proveer una mejor nutrición animal a través de capacidades de investigación sin precedentes con productos innovadores, servicios alimenticios y de premezcla, modelado digital y soluciones de formulación.

3.8.2 LOGO DE LA EMPRESA



Ilustración 8 Logo de Cargill Honduras.

Fuente: Cargill

En la ilustración 8 se nos muestra el logo actual del grupo Cargill.

3.8.3 MISIÓN

Al 2020, seremos reconocidos como una empresa líder en impacto social en materia de nutrición y educación en las comunidades donde operamos y por contribuir con el desarrollo de nuestra gente, clientes y proveedores permitiéndoles prosperar.

3.8.4 VISIÓN

La filosofía de Cargill se basa en nutrir a las comunidades en las que operamos. A pesar de avances en algunas zonas, la seguridad alimentaria continúa siendo un reto en Centro América.

3.9 MATERIA PRIMA

Para obtener un artículo terminado se requieren tres tipos de insumos: el primero es la materia prima principal, la cual será transformada con la aplicación de trabajo directo, representado en el renglón de mano de obra, también conocido como sueldos y salarios directos, así como el uso de instalaciones e insumos para la fabricación, cuyos costos están en la cuenta llamada gastos de fabricación o gastos indirectos. Estos insumos se engloban en lo que se conoce como elementos del costo. (Rojas Cataño, 2015, p. 15)

Entre algunos insumos de materia prima que se puede mencionar encontramos:

- Soya
- Maíz amarillo
- Arroz
- Harina
- Aceite de palma
- Aceite de pescado
- Aceite de pollo
- Saborizantes
- Colorantes
- Agua
- Vapor

3.9.1 PROCESO

“De una manera sencilla, podemos definir proceso como un conjunto de actividades interrelacionadas mediante las cuales unas entradas se transforman en unas salidas o resultados. Representa lo que tenemos que hacer, el trabajo a desarrollar para conseguir un determinado resultado”(Pardo Álvarez, 2017, p. 17).



Ilustración 9 Transportador vertical de cangilones, nombrado transportador de Recibo.

Fuente: Cargill

El proceso de producción en esta fábrica comienza con el recibo de materia prima. En la ilustración 9, se observa dicho elevador, por el cual es transportada la harina, principal materia prima.



Ilustración 10 Tolvas de recibo con redirección del producto hacia transportadores.

Fuente: Cargill

Luego de ser recibida la harina se distribuye en diferentes tolvas de recibo, véanse en la ilustración 10. Debido a que la harina viene en grandes terrones es necesaria procesarla a través de un molino, véase en la ilustración 12. Que utiliza mallas, martillos y zarandas para pulverizarla, convirtiéndola en molienda de 80%. En la ilustración 11 se observa el motor utilizado para dicho trabajo, el cual es el alma motriz del molino Altima.



Ilustración 11 Molino Altima.

Fuente: Cargill



Ilustración 12 Motor del molino Altima, 300Hp con velocidad máxima de 3600 rpm.

Fuente: Cargill

Luego de pasar por este proceso, tenemos una harina en optimas condiciones la cual es distribuida para ser procesada a traves de un extrusor. Este proceso es muy similar a la industria del plastico. Sin embargo por ser producto alimenticio el proceso mas similar es la fabricacion de pasta. En la ilustracion 13 observamos el proceso dentro de un extrusor.

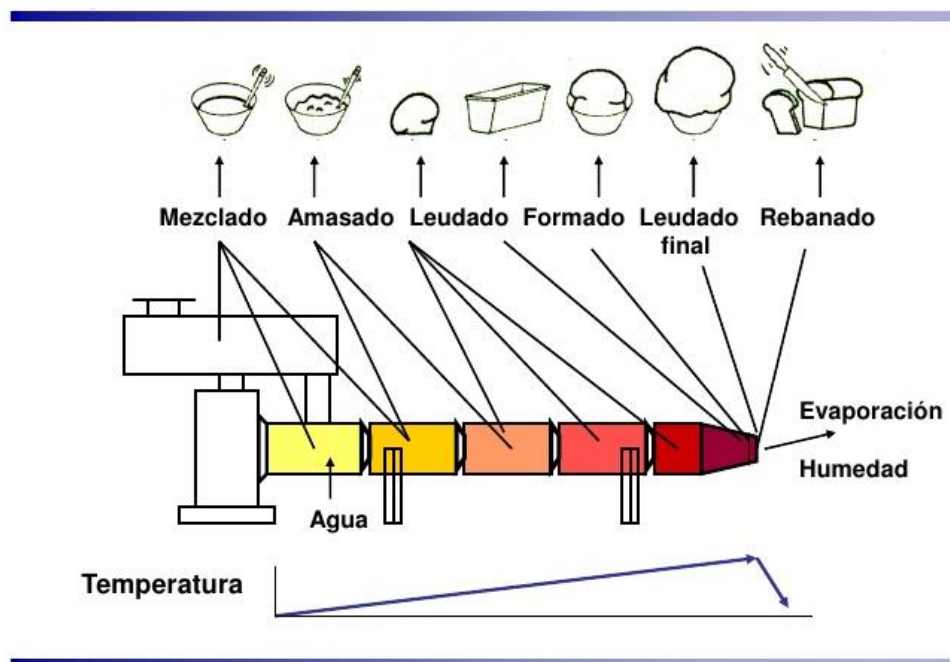


Ilustración 13 Explicación del proceso de extrusión.

Fuente: Libro Extrusion cooking: technologies and applications



Ilustración 14 Extrusor 8A de planta Extruder, distribuido por Extru-Tech Inc.

Fuente: Cargill

En este proceso tres de los insumos indispensables son vapor, agua y aire. Para la realización de la mezcla, homogénea y pegajosa. Al final del extrusor se encuentra un molde intercambiable, con el cual se obtienen las diferentes figuras de los alimentos para perros, seguido de un plato de cuchillas las cuales rebanan en porciones el producto. Véase en la ilustración 14.

Este proceso ha ganado popularidad dentro de la industria en las últimas dos décadas por las siguientes razones:

- Versatilidad: una amplia gama de productos, muchos de los cuales no pueden producirse fácilmente con ningún otro proceso, es posible cambiando los ingredientes, las condiciones de operación del extrusor y los troqueles
- Costo: la extrusión tiene costos de procesamiento más bajos y mayor productividad que otros procesos de cocción y formación
- Productividad: los extrusores pueden operar continuamente con alto rendimiento
- Calidad del producto: la cocción por extrusión implica altas temperaturas aplicadas durante un corto tiempo, conservando muchos componentes sensibles al calor de un alimento
- Ecológico: como un proceso de baja humedad, la cocción por extrusión no produce efluentes de proceso significativos, reduciendo los costos de tratamiento de agua y los niveles de contaminación ambiental. (Guy, 2001, p. 2)



Ilustración 15 Coater automatizado, con tornillos dobles para una mejor mezcla.

Fuente: Cargill

Luego el producto saliente es succionado por un blower y enviado a un coater en el cual se añaden los saborizantes, colorantes y aceites. La mezcla de estos tres componentes es realizada en el área de premezclado y almacenada en tanques que tienen línea directa con los coater. En la ilustración 15 se observa los coater y en la ilustración 16 se observa el área de premezclado.



Ilustración 16 Tanques de almacenamiento de mezcla.

Fuente: Cargill



Ilustración 17 Enfriadora de producto extruido, con extractores de calor en la parte inferior.

Fuente: Cargill

A continuación, el producto pasa por una enfriadora, véase en la ilustración 17. Y es almacenada en las tolvas de distribución, las cuales se conectan con diferentes líneas de empaque, ilustración 18.



Ilustración 18 Empacadora manual de dogui, parte final del proceso

Fuente: Cargill

3.9.2 MARCAS Y PRESENTACIONES

Dentro de las estructuras cognitivas del sujeto, la marca tiende a ocupar una posición relevante. Considerada la carga informativa que la misma acumula sobre el producto, es natural que la marca sea una de los nodos o unidades de información principales que constituyen la red.

La marca es utilizada como un almacén de información, que no sólo identifica el origen y el nivel de calidad del producto, sino que además aporta información adicional sobre otros aspectos del producto como: atributos, beneficios y valores que el mismo ofrece, o como situaciones de uso y consumo, tipo de consumidor, etc. (Jiménez Zarco & Calderón García, 2004, p. 25)

A continuación, se presenta en la ilustración 19, las marcas distintivas producidas en la planta Extruder. Estas marcas han posicionado al grupo Cargill Honduras como los líderes en nutrición animal. Obteniendo alta confiabilidad entre los consumidores hondureños. Cada marca incluye alrededor de 30 presentaciones diferentes.



Ilustración 19 Marcas de nutrición animal.

Fuente: Cargill

Como se ha expuesto anteriormente Cargill está abordando un nuevo reto, no solo en el aumento de producción si no también en la introducción de nuevas marcas, antes producidas en Costa Rica.

En la ilustración 20 se muestra algunas de las nuevas marcas ya producidas por la planta Extruder.



Ilustración 20 Nuevas marcas integradas a producción este 2018.

Fuente: Cargill

Contar con una variedad de presentaciones basadas en la necesidad hace que el producto llegue a diversos consumidores finales.

Tabla 1 Presentaciones comerciales y empaquetados de los productos elaborados en Extruder.

Presentaciones	Bolsas por fardo	Total empacado en kg
0.454 kg	10	4.54 Kg
1 kg	20	20 kg
2 kg	8	16 kg
2.27 kg	8	18.16 kg
3 kg	5	15 kg
4 kg	5	20 kg
4.54	5	22.7 kg

Fuente: Cargill

Tabla 2 Presentaciones en sacos

8 kg
9 kg
18.1 kg
20 kg
22.7 kg

3.10 EQUIPOS AUXILIARES

3.10.1 TORRE DE ENFRIAMIENTO



Ilustración 21 Torre de Enfriamiento, manufacturada por los técnicos de Alcon.

Fuente: Cargill

Las torres de enfriamiento son equipos que se usan para enfriar agua en grandes volúmenes, extrayendo el calor del agua mediante evaporación o conducción. El proceso es económico, comparado con otros equipos de enfriamiento como los cambiadores de calor donde el enfriamiento ocurre a través de una pared. Véase en la ilustración 21 la torre de enfriamiento.

3.10.1.1 FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE ENFRIAMIENTO

El agua se introduce por el domo de la torre por medio de vertederos o por boquillas para distribuir el agua en la mayor superficie posible. El enfriamiento ocurre cuando el agua, al caer a través de la torre, se pone en contacto directo con una corriente de aire que fluye a contracorriente o a flujo cruzado, con una temperatura menor a la temperatura del agua, en estas condiciones, el agua se enfría por transferencia de masa (evaporación), originando que la temperatura del aire y su humedad aumenten y que la temperatura del agua descienda; la temperatura límite de enfriamiento del agua es la temperatura del aire a la entrada de la torre. Parte del agua que se evapora, causa la emisión de más calor, por eso se puede observar vapor de agua encima de las torres de enfriamiento.

Para crear flujo hacia arriba, algunas torres de enfriamiento contienen aspas en la parte superior, las cuales son similares a las de un ventilador. Estas aspas generan un flujo de aire

ascendente hacia la parte interior de la torre de enfriamiento. Además, en el interior de las torres se monta un empaque con el propósito de aumentar la superficie de contacto entre el agua caliente y el aire que la enfría.

3.10.2 COMPRESORES HELICOIDALES



Ilustración 22 Compresor helicoidal marca KAESER de 60Hp, modelo BSD.

Fuente: Manual Kaeser

Los compresores helicoidales, véase en la ilustración 22, también conocidos como compresores de husillo o tomillo, la compresión del fluido refrigerante es continua. Constan de dos rotos llamados primario y secundario que, montados en ambos extremos sobre cojinetes, aseguran su exacta posición en el interior del compresor, véase el motor seccionado en la ilustración 23. El rotor primario, de cuatro lóbulos o helicoides, es accionado directamente por el motor eléctrico y gira a la misma velocidad que éste. Mediante un sistema de rodamientos, el rotor primario transmite el movimiento al rotor secundario, que tiene seis lóbulos o helicoides y es del mismo diámetro, pero gira a menor velocidad y en sentido contrario. (Lijó, 2013, p. 61)



Ilustración 23 Tornillo del compresor Kaeser, seccionado para una mayor apreciación.

Fuente: Manual de Refrigeración

3.10.3 GENERADORES

En la ilustración 24 se nos muestra un generador. Estos por lo general, constituyen bloques importantes de potencia que operan en paralelo con las compañías suministradoras de energía en lo modalidad denominada de "cogeneración".



Ilustración 24 Generador de energía Diesel de 1200Kva, marca Cummins.

Fuente: Cummins Diesel Generator

En estos casos, la mayor parte de lo generación producida es utilizada por lo propia industria y, por lo general, se emplean en industrias cuyos procesos producen vapor para ser usados en

turbinas de este tipo, tal es el caso de los Industrias petroquímica y papelera. El tamaño de los generadores se puede encontrar en el rango de 10 MVA o 50 MVA y su operación es prácticamente continuo y cercano a su capacidad máxima.

El elemento primomotor es, o turbina de vapor o turbina de gas, dependiendo del combustible disponible de acuerdo con el proceso industrial. los voltajes de generación están típicamente en el rango de 12.4 0 13.8kV. (Enriquez Harper, 2011, p. 383)

Para las plantas de emergencia, dependiendo de su tamaño, los generadores de corriente alternan (C.A.) se pueden construir monofásicos y trifásicos, accionados por motores a gasolina (hasta 100 kW), motores Diesel (hasta 2000 kW) o turbina de gas (para potencias mayores de 500 kW): dependiendo de su potencia o tamaño, pueden generar diferentes tipos de voltajes. (Harper, 2005, p. 18)

3.11 METODOLOGÍA EN RCM

RCM, Reliability Centered Maintenance, Mantenimiento Basado en Fiabilidad. Es una técnica más dentro de las posibles para poder elaborar un Plan de Mantenimiento, que presenta algunas ventajas importantes sobre otras técnicas. Inicialmente desarrollada para el sector de aviación, donde los altos costes derivados de la sustitución sistemática de piezas amenazaban la rentabilidad de las compañías aéreas, fue trasladada posteriormente al campo industrial, después de comprobarse los excelentes resultados que había dado en el campo aeronáutico. (García Garrido, 2010, p. 37)

El objetivo fundamental de la implantación de un Mantenimiento Centrado en Fiabilidad o RCM en una planta industrial es aumentar la disponibilidad y disminuir costes de mantenimiento. El análisis de una planta industrial según esta metodología aporta una serie de resultados.

El análisis según la metodología de RCM aporta una serie de resultados:

- Mejora en la comprensión del funcionamiento de los equipos.

- Estudio de las posibilidades de fallo de un equipo y el desarrollo de los mecanismos que tratan de evitarlas, ya sean producidas por causas intrínsecas al propio equipo o por actos personales.
- Elaboración de planes que permiten garantizar la operación de los equipos dentro de los parámetros marcados. Esos planes engloban:
 - Planes de Mantenimiento.
 - Procedimientos operativos, tanto de producción como de mantenimiento.
 - Modificaciones o mejoras posibles.
 - Determinación del stock de repuesto que es deseable que permanezca en Planta.

La metodología RCM propone la identificación de los modos de falla que preceden a las posibles fallas de los equipos y la ejecución de un proceso sistemático y homogéneo para la selección de las tareas de mantenimiento que se consideren convenientes y aplicables. El resultado será el conjunto de actividades de mantenimiento recomendadas para cada equipo. Se definirá el contenido concreto de las actividades específicas que deben realizarse y sus frecuencias de ejecución.

Concretamente, la metodología de análisis RCM propone un procedimiento, por medio de la formulación de siete preguntas que permiten identificar las necesidades reales de mantenimiento de los activos en su contexto operacional.

1. ¿Cuál es la función?

- Lo que el usuario desea que la maquina haga.

2. ¿Cuál es la falla funcional?

- Razones por las que deja de hacer lo que el usuario desea que haga.

3. ¿Cuál es el modo de falla?

- Que pudo causar la falla funcional.

4. ¿Cuál es el efecto de la falla?

- Que ocurre cuando la falla se produce.

5. ¿Cuál es la consecuencia de la falla?

- Razones por las que importa que falle.

6. ¿Qué se puede hacer para prevenir la falla?

- Acciones de mantenimiento proactivo.

7. ¿Qué pasa si no podemos prevenir la falla?

- Acción "a falta de"

Ilustración 25 Las 7 preguntas básicas del proceso RCM.

Fuente: Libro Mantenimiento Preventivo Total

3.11.1 PUNTOS FUERTES DEL RCM

- Hace un especial hincapié en la seguridad y protección del medio ambiente.
- Es un método riguroso y auditable, por lo que aporta una garantía adicional ante terceros.
- Contempla todas las "mantecnologías" actuales, luego es un método totalmente vigente.
- Implica a todo el personal.

- Exterioriza y evidencia, no sólo mejoras en el mantenimiento, sino problemas colaterales: falta de documentación, información, etc.
- En principio tiene que mejorar la fiabilidad del equipo o sistemas. La mejora de costes y disponibilidades puede derivarse también del proceso.
- Sirve para definir actuaciones de mejora difíciles de identificar por otros métodos.
- Con un enfoque adecuado, debe ser una herramienta motivadora.

3.11.2 PUNTOS DÉBILES DEL RCM

- Es un método muy basado en la experiencia de los participantes, por lo que se pueden presentar serios problemas para llevarlo a cabo internamente con equipos y sistemas nuevos.
- El éxito del proceso depende de la capacidad de liderazgo del guía y de la predisposición al cambio y motivación de los participantes, por lo que es básico analizar previamente la situación sociolaboral, el momento, etc.
- Es un proceso arduo y lento, por lo que la estrategia de implantación debe ser cuidadosa para no "desmoralizar" a los participantes.
- En organizaciones rígidas, la racionalización final puede desembocar en unas mínimas o nulas mejoras en cuanto a costes y disponibilidades.
- El conocimiento de nuevas tecnologías (sobre todo predictivas) es importante, pues, en su defecto, el grupo de trabajo cae con gran facilidad en volver a definir un nuevo Plan sólo preventivo sistemático. (González Fernández, 2005, p. 101)

IV. METODOLOGÍA

En este capítulo se señalan cada uno de los aspectos relacionados con la metodología seleccionada, los cuales están justificados por el investigador, con la finalidad de describir la forma en que se abordó el problema de investigación

4.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA

Con la finalidad de visualizar y verificar la congruencia de una manera más amplia la estructura de la siguiente investigación se elabora la siguiente matriz:

Tabla 3 Congruencia metodológica

Titulo	PROPUESTA PARA MEJORAR PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO A EQUIPOS AUXILIARES ENFOCADO EN REDUCIR FALLAS, ALCON			
Problema	Preguntas de investigación	Objetivos		Variable
		General	Específicos	
Se registran demasiados paros de producción, por tiempos prolongados por el área de mantenimiento, se ha notado que no hay una correcta gestión de mantenimiento. Teniendo al departamento de mantenimiento-Extruder en una crisis interna.	¿Qué tipos de beneficios tiene el correcto uso del programa maintenance manager?	Desarrollar una propuesta de mejora en el mantenimiento predictivo enfocado en reducción de fallas.	Analizar los beneficios obtenidos al utilizar correctamente el programa Maintenance Manager.	•Reducción de fallas
	¿Cómo afecta el desligue de mantenimiento a equipos auxiliares?		Evaluar el estado de los equipos auxiliares.	•Efectividad en la función de equipos auxiliares
	¿Cómo se puede alargar la vida de una máquina y reducir la incidencia de fallas que ocasionan paros en las líneas de producción?		Establecer un plan de mantenimiento para una preservación periódica de equipos auxiliares.	<ul style="list-style-type: none"> •Fugas de aceite •Presiones y temperatura •Monitoreo de corrosión •Nivel de aceite y refrigerantes

4.2 HIPÓTESIS Y VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Con la propuesta para la mejora en el plan de mantenimiento, orientada a los equipos auxiliares de la planta Extruder, se obtendrá una mejor eficiencia de los equipos, la cual logrará satisfacer al equipo de producción, creando así una mayor confiabilidad en dichos equipos.

Con la presente tesis, cuyo principal objetivo es constatar la hipótesis, se presentan una lista de variables dependientes e independientes, las cuales son el pilar de esta investigación y serán estudiadas a fondo con la finalidad de alcanzar los objetivos planteados.

Maroto Alvarez & Alcaraz Soria (2011) afirma que: "Llamamos variables a las alternativas de acción o aspectos controlables del problema"(p. 20).

Las variables de investigación serán provistas dentro de los equipos auxiliares de la empresa, ya que estos juegan un papel importante en la reducción de paros de producción.

4.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

"Es la que antecede a una variable dependiente, a la cual determina; o también, la variable cuyos cambios de valor se presume que son causa de variaciones en los valores de otra variable llamada dependiente" (Niño Rojas, 2011, p. 60).

- Fugas de aceite
- Presiones y temperatura
- Monitoreo de corrosión
- Nivel de aceite y refrigerantes

4.2.2 VARIABLES DEPENDIENTES

Cuando se presume que sus valores son cambiados por el cambio de una variable independiente, miden el efecto de las variables independientes.

- Reducción de fallas
- Efectividad en la función de equipos auxiliares.

4.3 ENFOQUE Y MÉTODOS

En la ilustración 26 se detallan los enfoques metodológicos utilizados en esta investigación. Se entiende que la idea de la ciencia es poder explicar muchos de los fenómenos a través de relaciones causales, en este caso la investigación cuantitativa busca determinar y explicar las relaciones causales por medio de una amplia recolección de datos que pueden hacer establecer de manera sólida una hipótesis. Con el método cuantitativo busca explicar las razones de los diferentes aspectos de tal comportamiento, busca un por qué. El método cualitativo es un método de investigación usado principalmente en las ciencias sociales, requiere un profundo entendimiento del comportamiento humano y las razones que lo gobiernan.

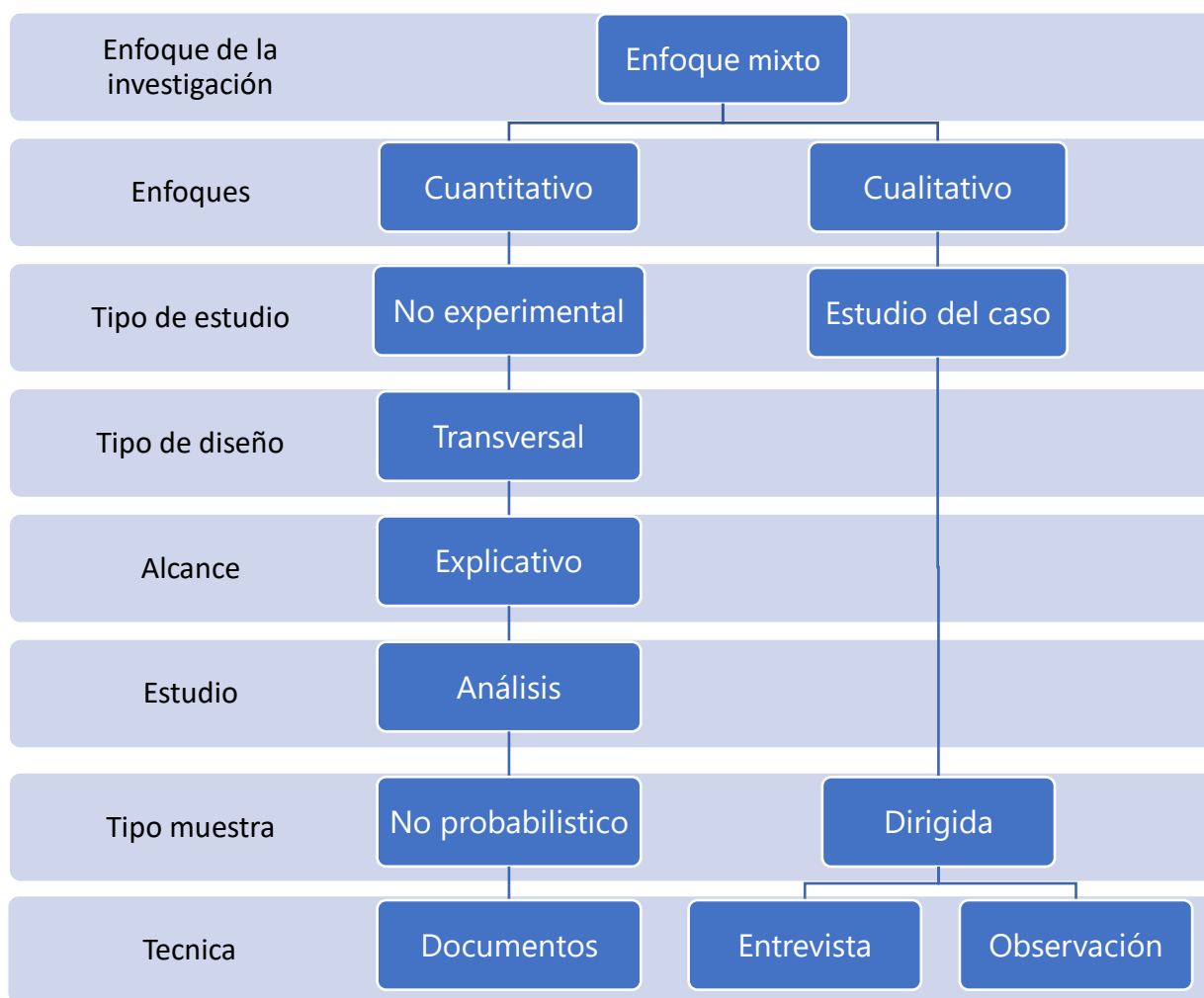


Ilustración 26 Enfoque investigativo.

Fuente: Propia

4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

La dimensión de las técnicas de recolección de información confronta al investigador a un proceso de toma de decisiones para optar por aquellas técnicas que sean más apropiadas a los fines de la investigación. Dicha decisión guarda estrecha relación con la naturaleza del objeto de estudio, con los modelos teóricos empleados para construirlo y con la lógica paradigmática de la que el investigador parte. (Maroto Alvarez & Alcaraz Soria, 2011, p. 27)

4.4.1 OBSERVACIÓN

Observar es un acto de voluntad consciente que selecciona una zona de la realidad para ver algo. Implica un acto total en el cual el sujeto que observa está comprometido perceptivamente en forma holística, es decir, que además de la vista utiliza el oído -la escucha-, el olfato, etc., y las categorías culturales internalizadas que le permiten ordenar y dar sentido a lo que percibe. (Yuni & Urbano, 2009, pp. 47-48)

La primera técnica aplicada a este proyecto de investigación fue basarse en la observación. Durante los días de trabajo en la empresa se pudo observar las debilidades que tiene el área de mantenimiento.

4.4.2 ENTREVISTA

La entrevista es una técnica de investigación muy utilizada en la mayoría de las disciplinas empíricas. Apelando a un rasgo propio de la condición humana -nuestra capacidad comunicacional- esta técnica permite que las personas puedan hablar de sus experiencias, sensaciones, ideas, etc. El capítulo expone una caracterización de la técnica, presentando la variedad de formatos que puede adquirir. Luego se presentan las características del procedimiento de aplicación de la técnica, para concluir señalando las ventajas y desventajas de su uso en las investigaciones. (Yuni & Urbano, 2009, p. 81)

Una de las técnicas más acudida en la actualidad por investigadores. Tener la opinión directa de la persona que maneja la máquina o quien está en contacto directo cuando esta tiene variaciones es una de las formas de llegar a obtener antecedentes y optar por la mejor solución.

4.5 UNIDAD DE ANÁLISIS Y RESPUESTA

La unidad de análisis en este proyecto de investigación son tres equipos auxiliares: el generador, la torre de enfriamiento y compresores.

4.6 FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes de información son los recursos necesarios para poder acceder a la información y al conocimiento en general. Desde la perspectiva académica, y más concretamente en el área de Biblioteconomía y Documentación, se refieren a todos aquellos instrumentos y herramientas que maneja o crea el profesional de la información para satisfacer las demandas y necesidades de los usuarios. Manuales de usuario de los equipos auxiliares. (López-Carreño, 2017, p. 25)

4.6.1 FUENTES PRIMARIAS

- Manuales de especificaciones técnicas de los equipos auxiliares
- Fallas más comunes
- Frecuencia de mantenimiento.

4.6.2 FUENTES SECUNDARIAS

- Asesoría con ingenieros que tienen amplio conocimiento en el tema.
- Artículos y tutoriales en línea respecto a mantenimiento de equipos auxiliares.
- Entrevistas con el equipo de producción para validar el mejoramiento en la eficacia de los equipos.

4.7 LIMITACIONES

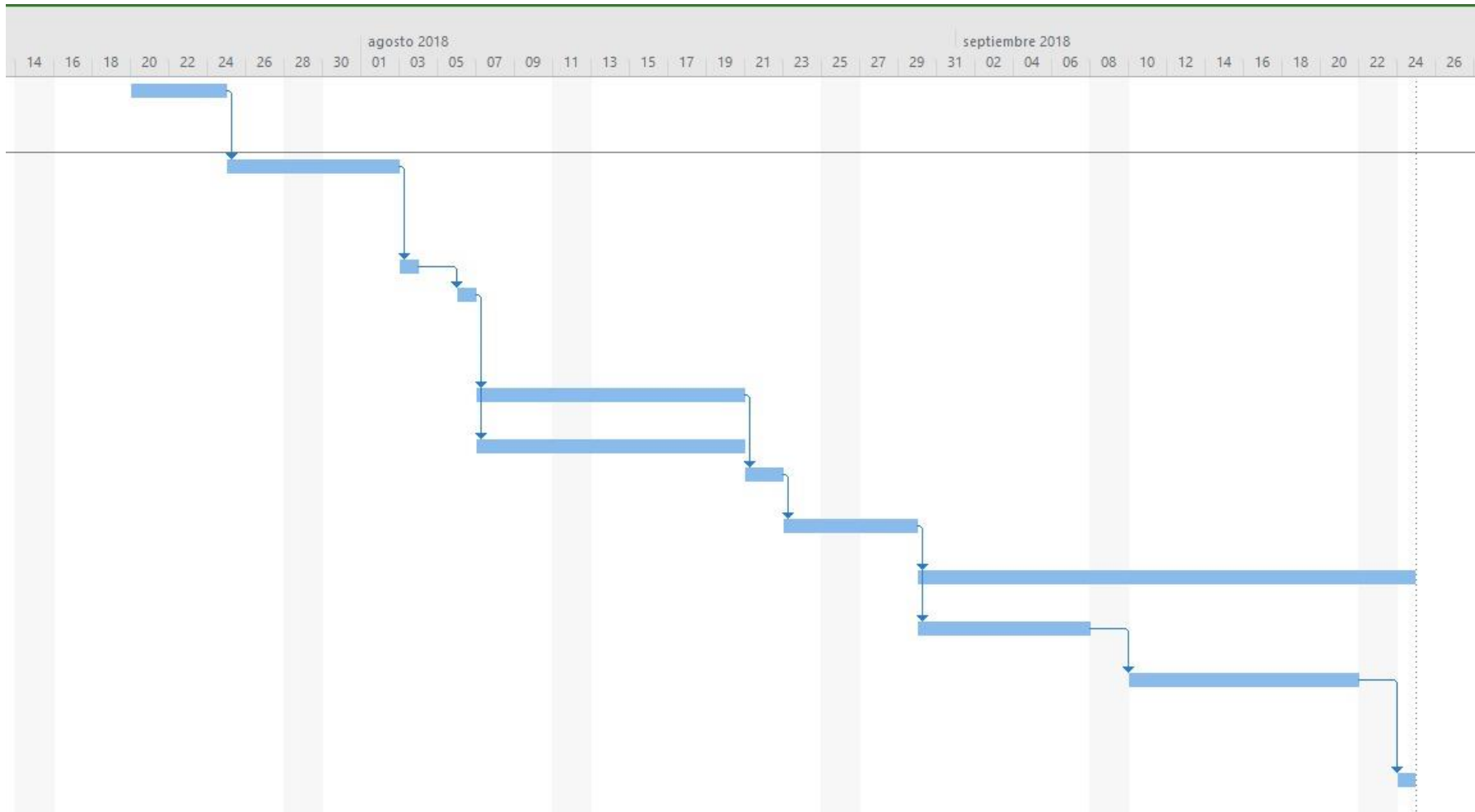
Durante el proceso investigativo se encontraron varias limitaciones para el desarrollo de este:

1) Falta de datos estadísticos completos sobre reportes de fallo de equipos auxiliares. 2) Falta de manuales de los equipos auxiliares. 3) Factor tiempo.

4.8 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Nombre de tarea	Duración	Comienz	Fin	Predecesoras
Introduccion con recursos humanos y lectura de reglamentos de sla empresa	3 días	vie 20/07/18	mar 24/07/18	
Recorrido general por las diferentes areas y participacion en el proyecto de instalacion de la PT1	7 días	mié 25/07/18	jue 02/08/18	1
Determinacion de actividades	1 día	vie 03/08/	vie 03/08,	2
Presentacion formal frente a jefe inmediato y tecnicos, como nuevo apoyo en el area de mantenimiento	1 día	lun 06/08/18	lun 06/08/18	3
Estudio de manuales de equipos auxiliares	10 días	mar 07/08/18	lun 20/08/18	4
Recopilacion de datos sobre fallas	10 días	mar 07/08,	lun 20/08,	4
Creacion del formato de inspecciones	2 días	mar 21/08/18	mié 22/08/18	5
Propuesta de una app para el ingreso de trabajo correctivo	5 días	jue 23/08/18	mié 29/08/18	7
Implementacion de hojas de chekeo para equipos auxiliares	18 días	jue 30/08/18	lun 24/09/18	8
Ingreso de equipos auxiliares al programa de mantenimiento	7 días	jue 30/08/18	vie 07/09/18	8
Creacion de formato para el control de avances semanales de inspecciones realizadas por los tecnicos	10 días	lun 10/09/18	vie 21/09/18	10
Presentacion del nuevo formato de control de inspecciones	1 día	lun 24/09/18	lun 24/09/18	11

4.8.1 DIAGRAMA DE GRANTT



V. ANÁLISIS Y RESULTADOS

5.1 EVALUACIÓN GENERAL DE LOS EQUIPOS AUXILIARES

Como se observa en la ilustración 27, los equipos auxiliares presentan un mantenimiento desatendido, lo cual provoca pérdida de eficiencia por parte de los equipos, esto fue el punto de partida para la realización del proyecto.



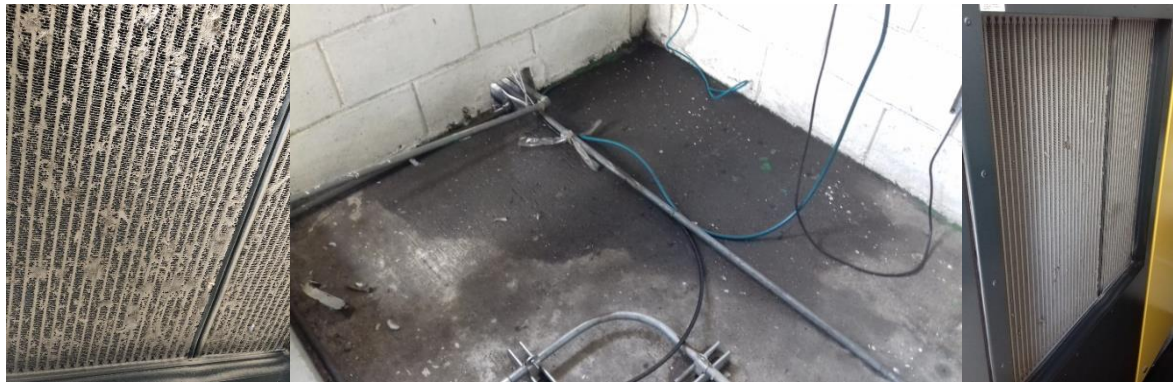


Ilustración 27 Estado del antes y después de los equipos auxiliares.

Fuente: Cargill

5.2 MEJORA EN EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS AUXILIARES

Para poder lograr el éxito del proyecto, se partió con la implementación del mantenimiento apropiado para el generador, compresor y torre de enfriamiento. Una vez comprendido la importancia de estos tres primordiales equipos auxiliares que se pueden encontrar en la industria, se elabora una lista de chequeo de parámetros de mantenimiento, supervisada y avalada por el ing. Héctor Arias.

Véase en la ilustración 28 la hoja de medición de equipo creada para el mantenimiento predictivo del generador.

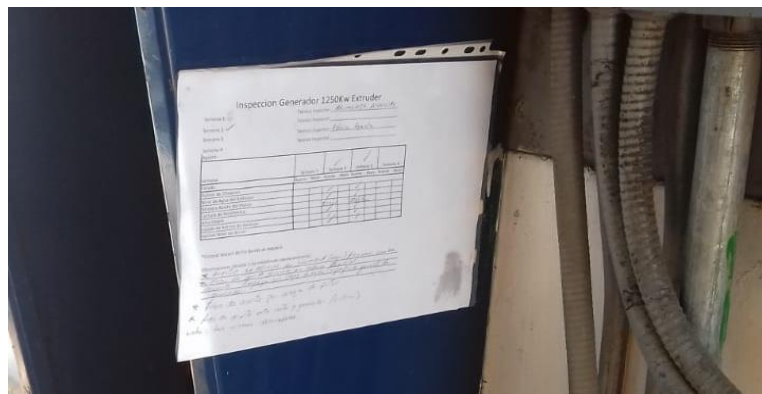



Ilustración 28 Hoja de chequeo creada para el Generador Cummins de 1250Kw.

Fuente: Cargill

Una vez aplicada en campo, se logra detectar algunos puntos de mejora en la parte estructural de la lista de chequeo. Véase en la ilustración 29 la hoja mejorada.

 Inspección Generador 1250Kw Extruder												
Semana: Turno:			Técnico Inspector: _____									
Fecha inicio semana:												
Dia	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado	
Estado	Bueno	Malo	Bueno	Malo	Bueno	Malo	Bueno	Malo	Bueno	Malo	Bueno	Malo
Puntos de Chequeo												
Nivel de refrigerante del Radiador												
Nivel de Aceite del motor												
Lectura de Horómetro												
Estado de bornes de baterías												
Nivel de agua destilada en las baterías												
Área limpia												
Revisar Nivel de Diesel												

*Colocar lectura de hrs donde se requiere

Observaciones (detalle si ha encontrado alguna anomalía):

Ilustración 29 Hoja de chequeo mejorada para el Generador de 1250Kw, marca Cummins.

Fuente: Cargill

Véase en la ilustración 30 la aplicación de la hoja de chequeo, la cual tienen una frecuencia diaria de inspección a estos equipos auxiliares. El objetivo de la aplicación de estas hojas de chequeo es, crear un correcto mantenimiento predictivo; para poder obtener un expediente de averías y deterioros, con el fin de evitar un mal manejo del equipo, lo que ocasionaría utilizar un mantenimiento correctivo no programado, que puede llegar a ocasionar un paro de labores.

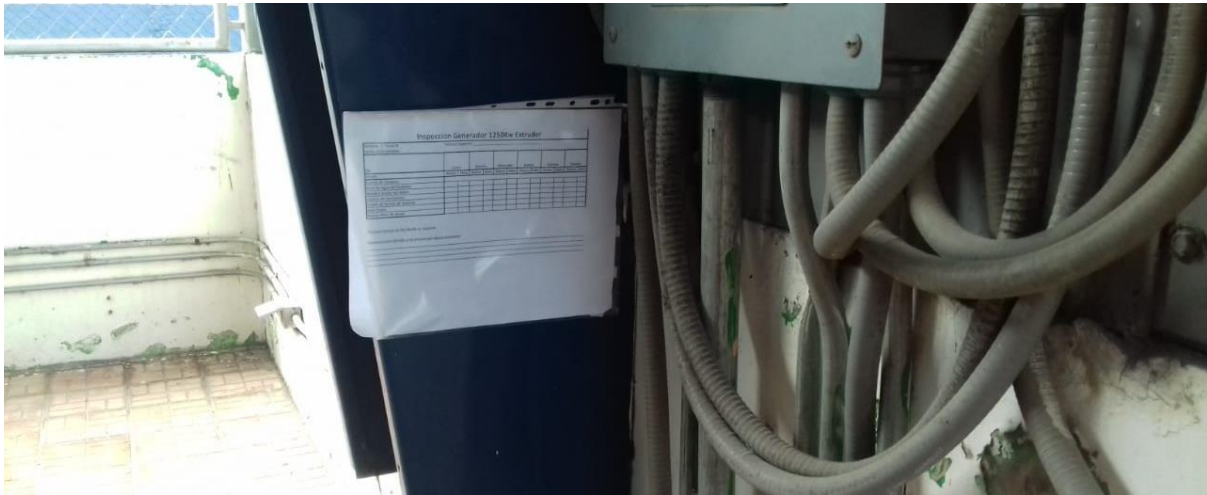



Ilustración 30 Aplicación de la hoja de chequeo mejorada.

Fuente: Cargill

Pero no basta con la simple implementación de una hoja, lo que se busca es actuar cuando se necesite y para esto lo primordial es una buena comunicación Supervisor-Técnico. Si una de las anomalías encontrada por los técnicos es categorizada como urgente, se busca una rápida solución. De lo contrario estas hojas se recogen los viernes y los puntos de observaciones se pasan al supervisor de planta para que pueda tomar acción.

De esta manera se generó una hoja de chequeo para el compresor Kaeser, véase en la ilustración 31. Una de las más recientes adquisiciones de la planta, el cual tiene como respaldo un compresor IR de 40Hp.

En la ilustración 32 se observa la aplicación de dicha hoja de chequeo.

 Inspección Compresor Kaeser Extruder												
Semana: _____		Turno: _____		Técnico Inspector: _____								
Fecha inicio semana: _____												
Día	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado	
Estado	Bueno	Malo	Bueno	Malo	Bueno	Malo	Bueno	Malo	Bueno	Malo	Bueno	Malo
Puntos de Chequeo												
Fugas de Aire												
Fuga de Aceite												
Ruidos extraños												
Vibraciones Inusuales												
Nivel de aceite												
Hora Filtro de Aire (reset 2000H)												
Lectura Inspección Válvulas (Reset 2000H)												
Lectura Separador de Aceite (Reset 6000H)												
Lectura Cambio de Aceite (Reset 2000H)												
Estado de válvulas de condensado de tanque pulmón												
Área limpia en su periferia												
Horómetro (Lectura)												

*Colocar lectura de hrs donde se requiere

Observaciones (detalle si ha encontrado alguna anomalía):

Ilustración 31 Hoja de chequeo para el Compresor de 60 HP de marca Kaeser, modelo BSD.


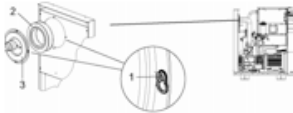
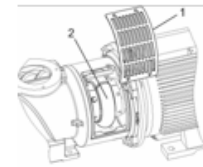

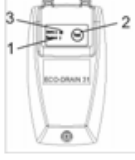
Fuente: Cargill

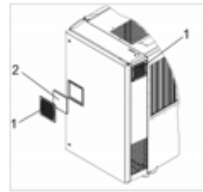
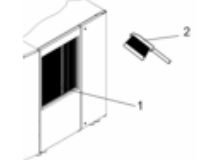
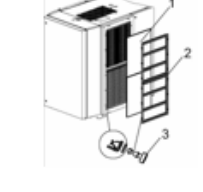
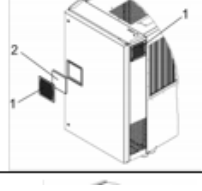


Ilustración 32 Compressor de 60 HP de marca Kaeser, modelo BSD.

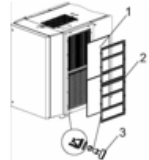
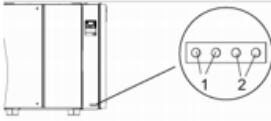
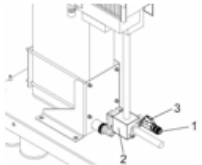
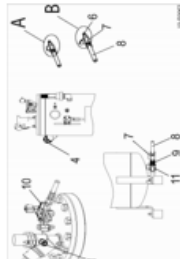
Fuente: Cargill


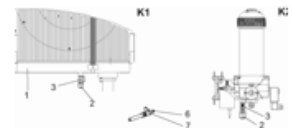
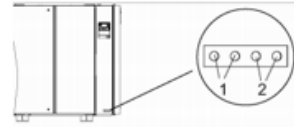

5.3 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELABORADO PARA EL COMPRESOR KAESER BSD 60HP

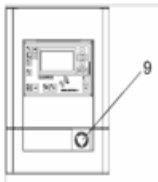

		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO COMPRESOR KAESER BSD 60HP				
Maquina	Frecuencia	Labor de servicio	Prerequisito	Material	Ayuda ilustrativa	Resultado
	Aviso en pantalla	Mantenimiento de las válvulas.				
		Cambie el filtro de aire	El interruptor principal de desconexión eléctrica está apagado. El interruptor de desconexión está bloqueado en la posición de apagado. Se ha verificado que el equipo está desenergizado. El equipo se ha enfriado/aclimatado.	Repuestos (requeridos)		1 Tuerca 2 Elemento filtrante de aire 3 Cubierta
	Revise el acople.	El equipo está operando El interruptor principal de desconexión eléctrica está apagado. El interruptor de desconexión está bloqueado en la posición de apagado. Se ha verificado que el equipo está desenergizado. El equipo se ha enfriado/aclimatado.			1 Flejilla de seguridad 2 Acople	Verifique que el acople no opere de forma ruidosa o irregular. Realice una inspección visual en busca de daños
	Verifique el nivel de aceite de enfriamiento	El equipo ha estado operando por lo menos durante 5 minutos en modo CARGA.			1 Nivel mínimo de aceite 2 Nivel máximo de aceite 3 Nivel óptimo de aceite	Nivel mínimo: Llenado del aceite de enfriamiento
Semanalmente	Revise el drenaje de condensado	El equipo esta apagado y el led de encendido se enciende.			1 Led de encendido 2 El botón «TEST» 3 Led de Alarma	Tan pronto como se abra el drenaje de condensado, usted sentirá una pequeña ráfaga en la manguera de drenaje de condensado. Hágale mantenimiento al drenaje de condensado si usted no siente dicha ráfaga.

		El interruptor principal de desconexión eléctrica está apagado, el dispositivo está bloqueado, se ha verificado que el equipo está desenergizado. El equipo se ha enfriado/aclimatado.	Agua tibia y detergente casero		1 Rejilla de ventilación 2 Manto filtrante	Los mantos filtrantes protegen el tablero eléctrico de la suciedad. Si los mantos filtrantes están obstruidos , el enfriamiento de los componentes deja de ser efectivo. En tal caso, limpie o cambie los mantos filtrantes.
1000 h	Hágale mantenimiento al intercambiador de calor	El interruptor principal de desconexión está apagado, el dispositivo está bloqueado, se ha verificado que el equipo está desenergizado. El equipo se ha enfriado/aclimatado.	Cepillo y aspiradora Máscara (si es necesario)		1 Radiador 2 Cepillo	Una fuga en el enfriador puede causar pérdida de aceite y aire comprimido.
	Revisión del manto filtrante del enfriador	El equipo está apagado.	Agua tibia y detergente casero		1 Manto filtrante del aire refrigerante 2 Marco retenedor 3 Sujetadores	No reusar un manto filtrante después de la quinta limpieza/lavada
	Tablero eléctrico: cambio del manto filtrante	El interruptor principal de desconexión eléctrica está apagado, el dispositivo está bloqueado, se ha verificado que el equipo está desenergizado. El equipo se ha enfriado/aclimatado.	Repuestos (requeridos)		1 Rejilla de ventilación 2 Manto filtrante	Reseteo de horas

3000 h

Cambio del manto filtrante	El equipo está apagado.	Repuestos (requeridos)		1 Manto filtrante del aire refrigerante 2 Marco retenedor 3 Sujetadores	Reseteo de horas
Hágale mantenimiento a los rodamientos del motor de acondicionamiento del compresor.	Motor operando	Grasa para rodamientos: ESSO UNIREX N3 Paños de limpieza		1 Boquilla de engrase (motor de accionamiento del compresor)	La cantidad de grasa requerida se muestra en la placa de identificación del motor.
Cambio del aceite refrigerante, sistema de recuperación térmica	El equipo ha estado operando por lo menos durante 5 minutos en modo CARGA, el equipo está completamente venteado, el manómetro del tanque separador de aceite indica 0 psig.	Aceite refrigerante Receptáculo del aceite refrigerante		1 Acople de manguera 2 Válvula termostática 3 Válvula de corte	Verifique que el tapón roscado y el empaque del anillo no presenten daños y ponga el tapón en su lugar nuevamente.
Cambio de aceite, tanque separador de aceite	El equipo ha estado operando por lo menos durante 5 minutos en modo CARGA, el equipo está completamente venteado, el manómetro del tanque separador de aceite indica 0 psig.	Aceite refrigerante Receptáculo del aceite refrigerante		1 Acople de manguera (para ventear el po-senfriador de aire) 2 Presostato 3 Acople de la manguera (para ventear el tanque separador de aceite) 4 Puerto de llenado de aceite con tapón ros-cado 5 Indicador del nivel de aceite refrigerante 6 Boquilla de conexión 7 Válvula de corte A Válvula de corte (abierta) B Válvula de corte (cerrada)	Elimine y disponga el aceite usado conforme a las normas de protección ambiental.

	Cambio de aceite, unidad compresora	El equipo ha estado operando p	Aceite refrigerante Receptáculo del aceite refrigerante		1 La salida de la unidad compresora 2 Acople de manguera (drenaje de aceite) 3 Válvula de corte 4 Rejilla de seguridad 5 Acople	El aceite refrigerante es drenado de la unidad compresora.
	Cambio de aceite, enfriador de aceite	El equipo ha estado operando p	Aceite refrigerante Receptáculo del aceite refrigerante		1 Enfriador de aceite 2 Acople de manguera (drenaje de aceite) 3 Válvula de corte 6 Boquilla de conexión 7 Válvula de corte	Elimine y disponga el aceite usado conforme a las normas de protección ambiental.
6000 h	Hágale mantenimiento a los rodamientos del motor del ventilador	Motor operando	Grasa para rodamientos: ESSO UNIREX N3 Paños de limpieza		1 Boquilla de engrase (motor de accionamiento del compresor)	La cantidad de grasa requerida se muestra en la placa de identificación del motor del ventilador.
	Cambio de la unidad del drenaje de condensado	El dispositivo de desconexión eléctrica está apagado, el dispositivo está bloqueado, se ha verificado que el equipo está desenergizado. El led Power se apagado. Asegúrese de que la tapa del módulo de servicio y el resorte de contacto estén limpios y secos.	Repuestos (requeridos)		1 Módulo de servicio 2 Módulo de control 3 Sensor 4 Orificio del sensor 5 Sujetador de presión 6 Acople de manguera para drenaje de condensado 7 Resorte de contacto 8 Admisión 9 Válvula de corte	Cada 6000h o cada 2 años
36000h	Reemplace los ventiladores del tablero eléctrico					
	Revise la válvula de alivio de seguridad.	El equipo está apagado.	Gafas de protección.			
	Revise la función de apagado de seguridad por sobrecalentamiento.					

Anual	Revise la función de apagado de seguridad por sobrecalentamiento.					
	Prueba del dispositivo de PARO DE EMERGENCIA.	El motor del compresor está operando			9 Botón de PARO DE EMERGENCIA	
	Verifique que el enfriador no presente fugas.					
	Revise el sistema de agua de enfriamiento.					
	Mantenimiento del sistema de recuperación térmica					
	Verifique que todas las conexiones eléctricas estén bien ajustadas.					
Cada 3 años	Cambio el filtro de aceite					
	Cambio de rodamientos del motor de ventiladora					
	Cambio de rodamientos del motor de accionamiento del compresor					
	Cambia el cartucho del separador de aceite.	El interruptor principal de desconexión está apagado, el dispositivo está bloqueado, se ha verificado que el equipo está desenergizado. El equipo está completamente venteadado, el manómetro del tanque separador de aceite indica 0 psig de presión.	Repuestos Paño de limpieza		14 Cubierta 15 Colector de impurezas 16 Tubería de aire 17 Tornillo de abrazadera de sujeción 19 Tuerca de seguridad 20 Conexión roscada 21 Empaque 23 Cartucho del separador de aceite	Es necesario aislar el equipo de la red de aire comprimido y ventearlo por completo antes de realizar cualquier trabajo en el sistema de presión.
	Cada 6 años	Cambia las líneas de manguera: ■ Tubería de presión ■ Líneas de control ■ La línea de admisión de aire en la válvula de admisión				
Cada 20 años	Cambia los componentes de seguridad de las funciones de seguridad.					

5.4 PROBLEMAS DETECTADOS EN LAS HOJAS DE CHEQUEO

- El aceite del generador se observa con suciedad.
- Fuga de gas de escape en tubería flexible.
- Fuga de aceite en la cabeza del pistón.
- Fuga de aceite entre motor y generador.
- Fuga de aire en la manguera principal del compresor.

5.5 ASIGNACIÓN MENSUAL DE INSPECCIONES

Parte del mantenimiento predictivo, consiste en la realización de inspecciones a equipos en determinados intervalos de tiempos, con determinada frecuencia; de esta manera se detectan anomalías para la prevención de futuras averías y evitar las consecuencias de estas, las cuales suelen tener un costo elevado. Este proceso incluye tanto las inspecciones objetivas (con instrumentos) y subjetivas (con los sentidos), como la reparación del defecto (falla potencial). Se podría entonces definir como; un conjunto de técnicas instrumentadas de medida y análisis de variables.

Para la creación automática de este tipo de inspecciones, Cargill cuenta con el programa *Plant Maintenance Manager*, el cual genera automáticamente las inspecciones periódicas según la ficha técnica ingresada. Véase la pantalla principal en la ilustración 33.

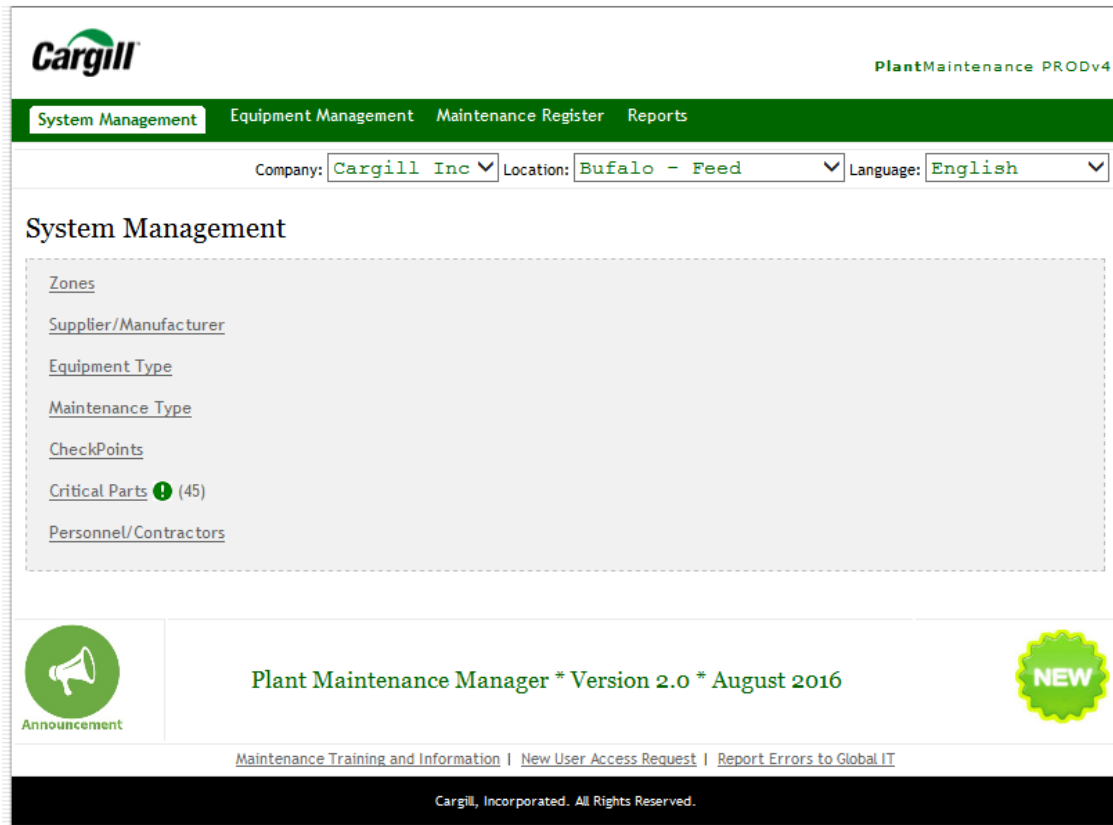


Ilustración 33 Pantalla inicial del programa de mantenimiento, Maintenance Manager versión 2.0 (MMV2).

Fuente: Cargill

Durante el periodo de práctica, se ingresó en el programa los equipos auxiliares con sus respectivos puntos de chequeo. En la ilustración 34 se observa el ingreso en el programa con la frecuencia de inspección.

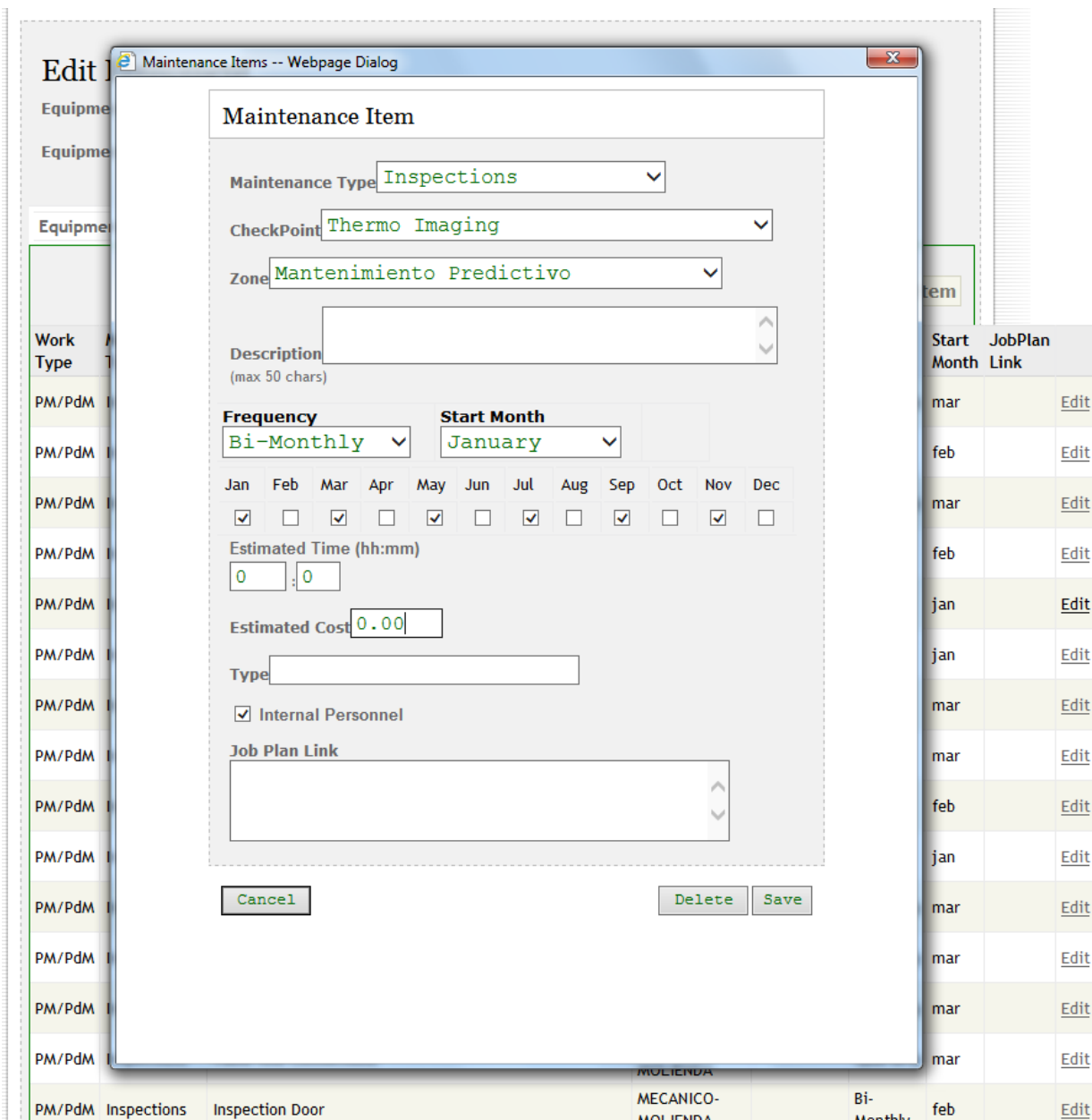


Ilustración 34 Ingreso de inspecciones.

Fuente: Cargill

En la ilustración 35 véase el control de inspecciones creado en Excel, dichas inspecciones son generadas por el programa y asignadas a los técnicos. Con esto se busca saber a qué técnico se asignó cada inspección y en qué semana se le asignó realizarla.

MANTENIMIENTO EXTRUDER, SEPTIEMBRE 2018

Inspeccion Mec:	Tecnico	ogramado	HF	ejecutado	VK1	Cumplio	VK2	Cumplio	VK3	Cumplio	VK4	Cumplio
EQUIPO MOYL	Marlon Quiroz											
MECANICO-EXTRUSION 10 TON PB	DARWIN	28.48		0.0	14.48		14					
MECANICO-EMBOLSADO 10 TON PB	DARWIN	18.33		18.3	18.33	18.33						
MECANICO-CALDERA BIOMASA	JOSUE	26.44		26.4	19.0	19.0		7.44	7.44			
MECANICO-LEA	JOSUE	5.19		0.0							5.19	
MECANICO-COSTURADORA	EDWIN	2.05		0.0	2.05							
MECANICO-EXTRUSION 5 TON	EDWIN	21.09		0.0				21.09				
10 PA MECANICO	EDWIN	1		0.0	1							
MECANICO-MOLIENDA 10 TON PB	EDWIN	10.21		0.0			10.21					
MECANICO-MOLIENDA 5 TON	ABIMELETH	4.14		0.0	4.14							
MECANICO-RECIBO	ABIMELETH	2.34		0.0	2.34							
MECANICO-EMBOLSADO 5 TON	ABIMELETH	18.48		18.5			18.48	18.48				
Total		137.75		63.3	61.34	37.33	42.69	0	28.53	7.44	5.19	0
						137.75	44.77					
Inspeccion Electrica	Tecnico	ogramado	HF	ejecutado	VK1	Cumplio	VK2	Cumplio	VK3	Cumplio	VK4	Cumplio
ELECTRICO-MOLIENDA 10 TON PB	REYNALDO	6.49		0			6.49					
ELECTRICO-CALDERA BIOMASA	REYNALDO	6.14		0				6.14				
ELECTRICO-EXTRUSION 10 TON PB	REYNALDO	13.58		0							13.58	
CAFETERIA	REYNALDO	23.03		0			12		11.03			
SUMINISTRO DE ENERGIA/UTILIDA	REYNALDO	4.44		0					4.44			
ELECTRICO-EXTRUSION 5 TON	ARLEX	16.58		0			16.58					
ELECTRICO-EMBOLSADO 5TON	ARLEX	11.32		0					11.32			
10 PA ELECTRICO	ARLEX	0.2		0	0.2							
GENERALES DE PLANTAS	ARLEX	9.35		0							9.35	
ELECTRICO-RECIBO	ARLEX	0.45		0.45	0.45	0.45						
ELECTRICO-MOLIENDA 5 TON	ARLEX	12.42		12.42							12.42	12.42
ELECTRICO-LEA	ARLEX	1		0	1							
				0								
				0								
Total		105.00		12.87	1.65	0.45	35.07		32.93		35.35	12.42
GRAN TOTAL		242.75		76.12		105.00	12.87					

Ilustración 35 Control para la asignación de inspecciones.

Fuente: Cargill

5.5.1 CUMPLIMIENTO MENSUAL DE INSPECCIONES

Para poder llevar un mejor control de la realización de las inspecciones de mantenimiento predictivo y de las estadísticas; se crea una hoja de control en Excel, tanto de la planta FEED y de la planta EXTRUDER, de esta manera se logra una observar fácilmente el rendimiento de los técnicos, en la realización de inspecciones, véase en las ilustraciones 36 y 37.

TIPO	CUMPLIMIENTO		
	Aceite	Inspeccion	Lubricacion
Feed	80%	55%	0%
DCS-Feed		32%	

Ilustración 36 Cumplimiento de inspecciones y dispositivos críticos planta FEED.

Fuente: Cargill

TIPO	CUMPLIMIENTO		
	Aceite	Inspeccion	Lubricacion
Extruder	0%	31%	0%
DCS-Extruder		55%	

Ilustración 37 Cumplimiento de inspecciones y dispositivos críticos planta EXTRUDER.

Fuente: Cargill

5.5.2 RENDIMIENTO MENSUAL DE LOS TÉCNICOS

Independientemente de la ejecución mensual realizada por cada una de las plantas, es sin duda necesario tener el rendimiento individual de los técnicos, de esta manera se sabrá a quien se debe amonestar y a quien felicitar por su desempeño. Véanse los resultados en las ilustraciones 38 y 39.

MANTENIMIENTO FEED, SEPTIEMBRE 2018				
Mes	Técnico	Total Hrs Programadas	Total Hrs Ejecutadas	Cumplimiento
S e p t i e m b r e	Mecánico			
	Allan Flamenco	72.87	32.89	45.14%
	Luis Mejia	77.77	59.59	76.62%
	Exon Pineda	55.78	26.77	47.99%
	Eléctrico			
	Saul Pineda	34.84	34.84	100.00%
	Galoberto	0	0	0.00%
	Javier Rocosqui	65.16	10.37	15.91%
	Marbin Arita	46.70	10.34	22.14%
			Actualizado	14/09/18 15:42

Ilustración 38 Tabla para llevar un control del desempeño de los técnicos Feed-septiembre.

Fuente: Cargill

MANTENIMIENTO EXTRUDER, SEPTIEMBRE 2018				
Mes	Técnico	Total Hrs Programadas	Total Hrs Ejecutadas	Cumplimiento
s e p t i e m b r e	Mecánico			
	Abimeleth Alvarado	58.73	21.98	37.43%
	Edwin Garcia	53.06	0	0.00%
	Darwin Vallecio	48.81	20.33	41.65%
	Eléctrico			
	Reynaldo Rodriguez	70.18	15	21.37%
	Arlex Sagastume	58.32	19.87	34.07%
	Biomasa			
	Josue Canales	33.63	26.44	78.62%
	Gladys Hernandez	7.5	0	0.00%
			Actualizado	14/09/18 15:42

Ilustración 39 Tabla para llevar un control del desempeño de los técnicos Extruder-septiembre.

Fuente: Cargill

5.6 EVIDENCIAR MEJORA

En la ilustración 40 se puede observar las toneladas producidas dentro de la planta Extruder en los meses de Agosto y Septiembre.

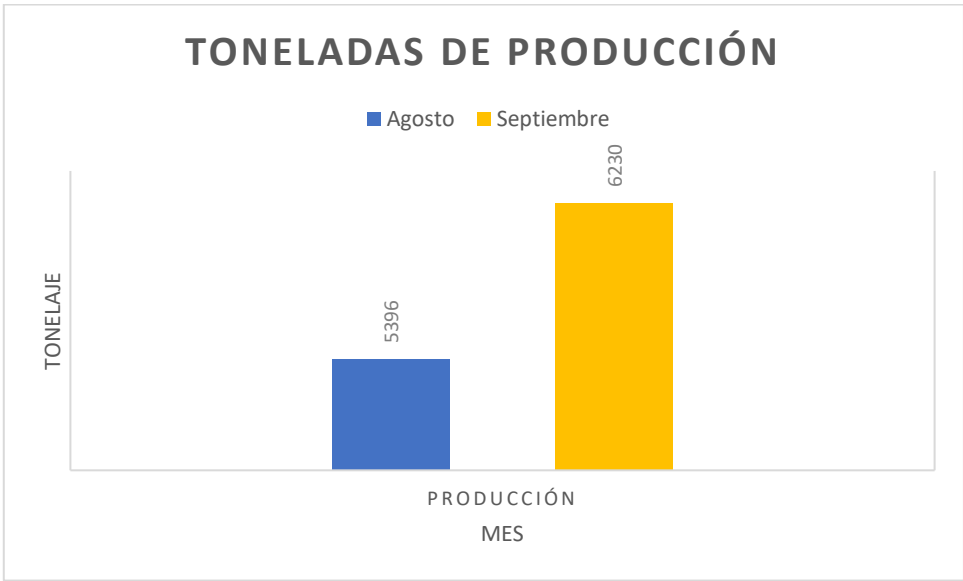


Ilustración 40 Producción de los meses de agosto y septiembre.

Fuente: Cargill

En la ilustración 41 puede observar las horas reportados por averías por parte de mantenimiento dentro de la planta Extruder en los meses de Agosto y Septiembre.

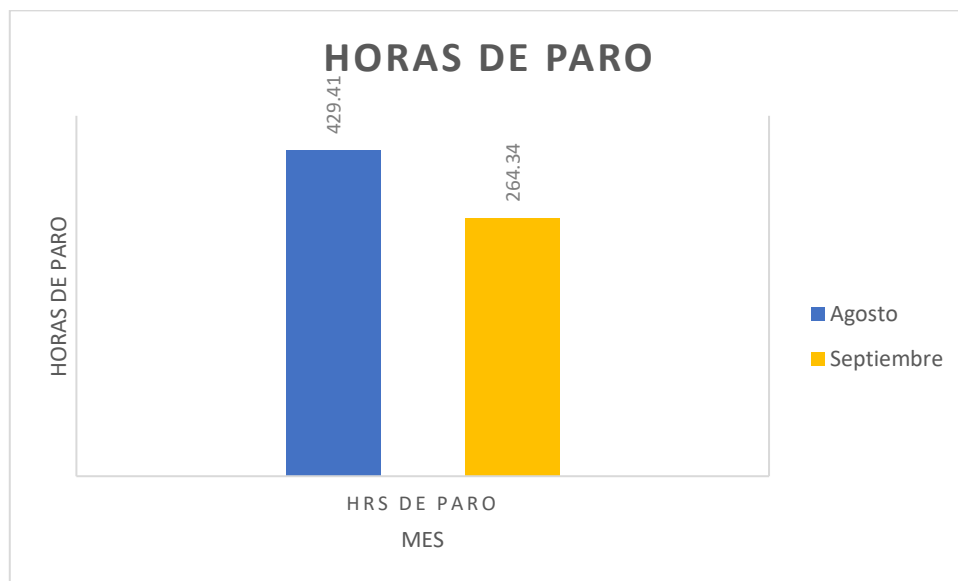


Ilustración 41 Horas de paros registradas en los meses de Agosto y Septiembre.

Fuente: Cargill

5.7 APORTACIONES

Seguidamente se detallan una serie de aportaciones más relevantes realizadas a la empresa las cuales se realizaron durante el tiempo de práctica, demostrando que se tiene la habilidad y responsabilidad para realizar actividades dentro y fuera de campo.

1. Realización de una mesa de trabajo para la limpieza de moldes, véase ilustraciones 42 y 43. Esta necesidad se determinó vía comunicación con los operadores de la línea 8A, como una manera de apoyo hacia ellos y mejora en la productividad; ya que esta limpieza era realizada en las gradas continuas a la línea de producción 8A. La mesa de trabajo fue realizada por el técnico de Copinoc.



Ilustración 42 Gradas utilizadas para la limpieza de moldes.

Fuente: Cargill



Ilustración 43 Ubicación de la nueva mesa de trabajo para la realización de limpieza de moldes.

Fuente: Cargill

2. Eliminación de los actos/condiciones inseguras, ilustración 44. Cargill es una empresa comprometida con la seguridad industrial, es por esta razón que el departamento de EHS dirigido por el ingeniero Carlos Bonilla envía mensualmente un reporte al departamento de mantenimiento de actos/condiciones inseguras encontradas en la planta. Durante la estancia en la empresa se realizó el cierre de dichos actos/condiciones, con el apoyo del técnico de Copinoc, a quien se le asignaba semanalmente las actividades. (Anexo 1)

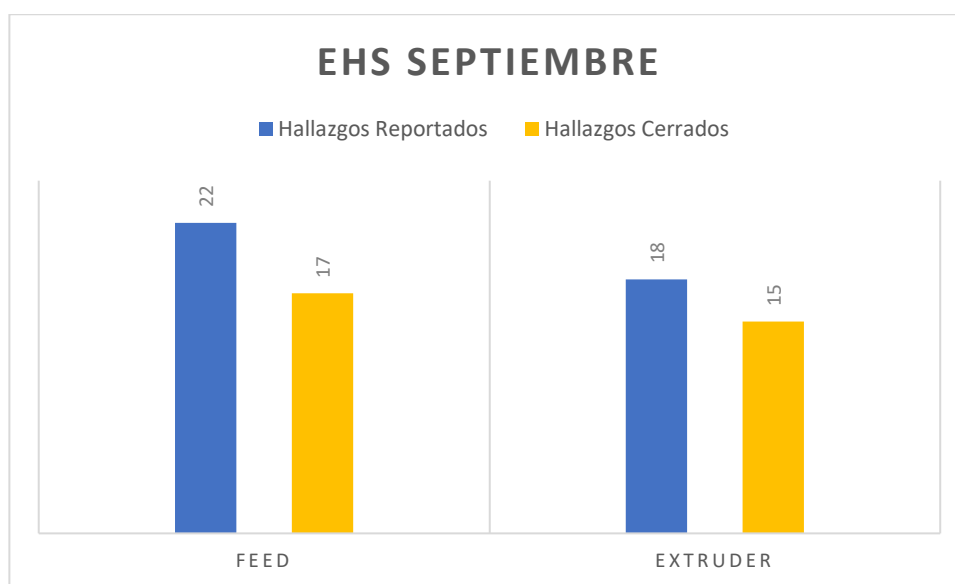


Ilustración 44 Estatus de hallazgos a la segunda semana de septiembre.

Fuente: Cargill

3. Clasificación y orden en el cuarto de motores, véase las ilustraciones 45 y 46. La bodega o cuarto de motores era una estancia donde no existía un orden y prevalecía el caos, en cuanto a motores inservibles y, aquellos que se pueden enviar a reparar. La clasificación en cuanto a motores será: motores en mal estado y motores para enviar a rebobinar; y se concedió a cada clase un espacio definido. Sin duda una de las actividades más relevantes, por el grado de responsabilidad que se me fue dado; siendo mi persona a quien relevaron por completo esta actividad, concediendo el apoyo de cuatro contratistas; siendo los resultados finales favorables.



Ilustración 45 Cuarto de motores.

Fuente: Cargill



Ilustración 46 Cuarto de motores ordenado y clasificado.

Fuente: Cargill

4. Como parte de otras actividades, se colabora con la creación de un expediente; obteniendo así, el orden de documentos y el seguimiento de las rutinas diarias realizadas por los técnicos de ambas plantas. A su vez se hicieron pequeñas modificaciones en estas rutinas.

VI. CONCLUSIONES

Las conclusiones refuerzan los descubrimientos de la investigación... Las conclusiones son el lugar para que le digas al lector qué sucedió, pero además son tus hallazgos más importantes de la investigación, puedes acomodarlos por orden de importancia o relatarlos por capítulo al momento de exponer tus resultados. (Baena Paz, 2017, p. 120)

Con las mejoras aplicadas en el área de mantenimiento, el departamento contara con un mejor control de inspecciones, se disminuyen los paros por averías en compresores y torres de enfriamiento, a su vez la planta estará preparada para trabajar sin previo aviso con generador. De estas maneras se eliminan tiempos muertos por mantenimiento, dicha mejora se vera reflejada en la producción. Apoyando de manera directa a que la planta Extruder Llegue a su meta.

- Se analizaron los beneficios obtenidos al utilizar correctamente el MMV2 en equipos auxiliares
- Se logró evaluar el estado de los equipos auxiliares.
- Se establecieron hojas de chequeo a equipos auxiliares, generadores y compresores para mejorar su funcionabilidad y una preservación periódica.

VII. RECOMENDACIONES

A la empresa:

- Crear un reglamento de régimen interno para técnicos donde se establezcan lineamientos como puntualidad, respeto, cumplimiento de inspecciones, entre otros, con sus respectivas consecuencias si fallan a estos lineamientos.
- Realizar constantemente investigaciones de causa raíz para aquellos problemas que incurran en paro de producción de 3 horas o más, de esta manera se podrán amortiguar dichos paros.
- Se debería evaluar la posibilidad de aplicar una supervisión de la calidad de inspecciones realizadas. Creando una hoja con parámetros que dichas inspecciones deben cumplir y siendo avaladas por el supervisor de mantenimiento. De esta manera verificarán que se realizó la inspección y se realizó correctamente.
- Fomentar el trabajo en equipo entre los departamentos de producción y mantenimiento.

A la universidad:

- Reducir los trabajos y proyectos grupales, aunque implique más trabajo en revisión por parte de los maestros, al realizar trabajos en parejas los alumnos aprenden más.
- Las clases como generación de empresas deben de estar ubicadas en un lugar más estratégico en el pensum, no llevarlas al final. Ya que los alumnos lo ven más como una carga y son clases que se podrían aprovechar mucho.
- Introducir en el pensum alguna clase que nos enseñe como gestionar en si un proyecto en la industria y también una clase de seguridad industrial.

BIBLIOGRAFÍA

Albertos Carrera, M. Á. (2012). *El mantenimiento industrial desde la experiencia*. Valladolid: Universidad de Valladolid.

Baena Paz, G. M. E. (2017). *Metodología de la investigación (3a. ed.)*. Ciudad de México: Grupo Editorial Patria. Recuperado de <http://public.ebib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=5213563>

Congreso de Comunicación Local, López Lita, R., Fernández Beltrán, F., Durán Mañes, Á., Universitat Jaume I, & Publicacions (Eds.). (2006). *La Comunicación corporativa en el ámbito local*. Castelló de la Plana: Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions.

Dounce Villanueva, E. (2000). *La productividad en el mantenimiento industrial (3a. ed.)*. Larousse - Grupo Editorial Patria. Recuperado de <http://public.ebib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=3227904>

Enriquez Harper, G. (2011). *Protección de instalaciones eléctricas industriales comerciales*. México: Limusa.

Galpin, T. J. (2013). *Fijando objetivos*. Recuperado de <http://site.ebrary.com/id/11038755>

García Garrido, S. (2010). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Editorial Díaz de Santos, S.A. Recuperado de <http://public.ebib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=5070759>

Gómez de León, F. C. (1998). *Tecnología del mantenimiento industrial*. Murcia: Universidad de Murcia.

González Fernández, F. J. (2005). *Teoría y práctica del mantenimiento avanzado*. Madrid: Fundación Confemetal.

Guy, R. C. E. (Ed.). (2001). *Extrusion cooking: technologies and applications*. Boca Raton, Fla. : Cambridge, Eng: CRC Press; Woodhead.

Harper, G. E. (2005). *El libro práctico de los generadores, transformadores y motores eléctricos*. México. D.F: Limusa.

Jiménez Zarco, A. I., & Calderón García, H. (2004). *Dirección de productos y marcas*. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya. Recuperado de <http://www.digitaliapublishing.com/a/985/>

Lelieveld, H. L. M., Holah, J. T., Napper, D., & European Hygienic Engineering & Design Group (Eds.). (2014). *Hygiene in food processing: principles and practice* (Second edition). Oxford; Philadelphia: Woodhead Publishing.

Lijó, J. M. F. (2013). *Manual de Refrigeración*. España: Editorial Reverté. Recuperado de <https://library.biblioboard.com/content/3de57085-34f7-41bd-bbd0-2f61154bf6f1>

Lockyer, K. G., García Díaz, R., & Rocha Domínguez, J. L. (1995). *La producción industrial: su administración*. México, MX.: Alfaomega.

López-Carreño, R. (2017). *Fuentes de información: guía básica y nueva clasificación*. Barcelona: Editorial UOC.

Maroto Alvarez, C., & Alcaraz Soria, J. (2011). *Introducción a la investigación operativa en administración y dirección de empresas*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Medrano Márquez, J. Á., & González Ajuech, V. L. (2017). *Mantenimiento*. Ciudad de México: Grupo Editorial Patria. Recuperado de <http://public.ebib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=5213557>

Mobley, R. K. (2004). *Maintenance fundamentals* (2nd ed). Amsterdam; Boston: Elsevier/Butterworth Heinemann.

Mora Gutiérrez, L. A. (2009). *Mantenimiento: planeación, ejecución y control*. México: Alfaomega.

Niño Rojas, V. M. (2011). *Metodología de la investigación diseño y ejecución*. Bogotá (Colombia: Ediciones de la U.

Pardo Álvarez, J. M. (2017). *Gestión por procesos y riesgo operacional*. Madrid: AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación. Recuperado de <http://public.ebib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=5190227>

Prando, R. R. (1996). *Manual gestión de mantenimiento a la medida*. Guatemala: Piedra Santa.

Rojas Cataño, M. de L. (2015). *Contabilidad de costos en industrias de transformación*. Ciudad de México: Instituto Mexicano de Contadores Públicos. Recuperado de <http://public.ebib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=5308788>

Yuni, J. A., Urbano, C. A., & e-libro, C. (2009). *Técnicas para investigar. Volumen 2*. Buenos Aires: Editorial Brujas.

ANEXOS

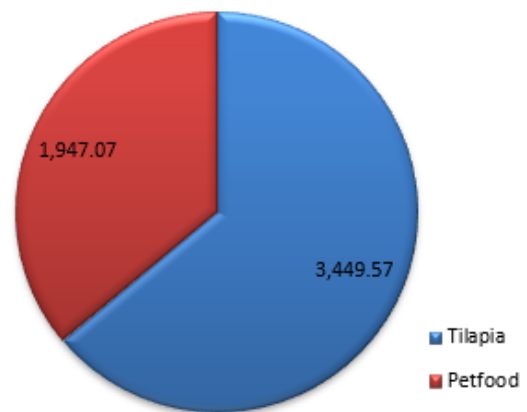
Anexo 1: Fallas registradas por falta de energía en el mes de junio.

area		ENEE
JUNIO		
Etiquetas de fila		Suma de horas
06/06/18		0.5
Bajon Energia		0.5
07/06/18		5.67
Falta de energia		5.67
09/06/18		0.34
Falta de energia		0.34
12/06/18		11.84
Falta de energia		11.84
15/06/18		0.33
Falta de energia		0.33
16/06/18		10.99
Falta de energia Electrica		7.66
Falta de energia Electrica, caida de señal repte		3.33
17/06/18		13.67
Falta de energia Electrica.		12
Falta tolva disponible		1.67
19/06/18		5.91
Falta de energia Electrica		5.91
23/06/18		5.5
Falta de energia Electrica		5.5
28/06/18		1
Falta ENEE		1
Total general		55.75

Anexo 2: Producción en planta Extruder en el mes de Agosto

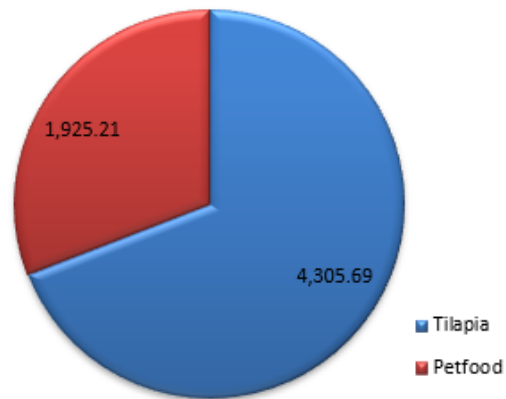
FECHA	DIA	TILAPIA PETFOOD		TilapiaEn5T	PetEn10B	
31	Martes	80.74	63.38			
1	Miércoles	120.95	61.02			
2	Jueves	98.59	73.60			
3	Viernes	96.54	75.62	1,720.00		
4	Sábado	89.39	93.47			
5	Domingo	0.00	0.00	2,259.00		
6	Lunes	82.55	78.18		1180	
7	Martes	134.00	38.53	220.00		
8	Miércoles	164.10	20.99	3,871.00		
9	Jueves	50.90	59.32	2,750.00	1100	
10	Viernes	161.65	40.29			
11	Sábado	130.50	73.42			
12	Domingo	0.00	12.35			
13	Lunes	11.63	55.08		3649	
14	Martes	72.84	82.95			
15	Miércoles	180.11	94.07			
16	Jueves	135.24	39.87			
17	Viernes	132.46	77.59	3,759.00		
18	Sábado	203.71	38.45			
19	Domingo	53.31	41.30			
20	Lunes	118.55	67.04			
21	Martes	107.96	89.13			
22	Miércoles	106.50	57.06			
23	Jueves	165.60	91.08	2,225.00		
24	Viernes	162.39	78.10	1,548.00		
25	Sábado	37.12	98.34		21,033.00 956.0454545 0.4	
26	Domingo	32.00	21.47		75739.833	
27	Lunes	207.46	95.47	990.00		
28	Martes	169.02	49.63	3,411.00		
29	Miércoles	170.97	94.39			
30	Jueves	172.76	85.89			
				Tilapia	Petfood	
	Martes	3,449.57	1,947.07	3,449.57	1,947.07	1
	miércoles			Producción MT hasta hoy		
			5,396.64	5,396.64		#DIV/0!

156.798591 88.5031



Anexo 3: Producción en planta Extruder en el mes de Septiembre

FECHA	DIA	TILAPIA PETFOOD		TilapiaEn5T	PetEn10B
31	Viernes	88.93	65.37		
1	Sábado	110.45	79.19		
2	Domingo	8.46	41.04		
3	Lunes	171.87	95.75	1,720.00	
4	Martes	146.39	87.34		
5	Miércoles	265.59	34.44	2,259.00	
6	Jueves	177.61	71.83		1180
7	Viernes	222.08	92.02	220.00	
8	Sábado	253.07	84.19	3,871.00	
9	Domingo	82.73	38.40	2,750.00	1100
10	Lunes	169.07	57.21		
11	Martes	126.68	25.35		
12	Miércoles	145.12	51.05		
13	Jueves	238.09	79.99		3649
14	Viernes	184.90	75.69		
15	Sábado	146.78	54.27		
16	Domingo	0.00	71.55		
17	Lunes	235.49	27.65	3,759.00	
18	Martes	164.96	58.76		
19	Miércoles	61.23	115.27		
20	Jueves	154.95	41.13		
21	Viernes	182.18	81.94		
22	Sábado	211.07	81.50		
23	Domingo	84.63	14.15	2,225.00	
24	Lunes	268.25	68.23	1,548.00	
25	Martes	133.94	86.93		21,033.00
26	Miércoles	176.98	88.72		75739.833
27	Jueves	94.21	156.25	990.00	
28	Viernes	0.00	0.00	3,411.00	
29	Sábado	0.00	0.00		
30	Domingo	0.00	0.00		
	Martes	4,305.69	1,925.21		
	miércoles				
			6,230.90		
				Producción MT hasta hoy	
					#iDIV/0!



Anexo 4: Horas de paro por mantenimiento en los meses de Agosto y Septiembre

AREA	(Varios elementos)
AGOSTO	
Etiquetas de fila	Suma de HORAS
01/08/18	27.91
Bomba Transferência Aceite Fala eléctrica	4
Falla en costuradora	11.25
Falla en transportador # 62	6
Falta ENEE	2.66
Falta tolva disponible (Falla costurador)	1.5
Problemas con pistón cortador Hilo	1
Se reventaron Bandas de Shaker	1.5
02/08/18	20.57
Atoramiento Rotativa de secador 5ton, bandas de se disparan	4
Falla en costurador	0.5
Falla en sistema Aire comprimido	0.75
Falta de repuesto en sellador Empaque Manual	7
Limpieza de área, debido a Bolsa defectuosa en costura	2
problemas Con transportador 49	6.32
03/08/18	19.66
Falla en selladora	5
Falla en sistema cortadora de costurador	2
Problemas con el transportador 62	2.41
Se daño posicionador de enfardadora	3.25
Se quebró vindicador llenado	6
Vibrador dañado	1
06/08/18	25.99
Enderezado de Pieza Extrusor,	3.67
Espera de Matriz Rectificada	12
Falta de zarandas reparadas	0.66
Falta ENEE	4.66
Mantenimiento en costurador	2
Se reventaron Bandas de transportador 57, no mando sensor señal atoramiento	3
07/08/18	49
Falla en costurador	17.5
Falla en transportador 49, 62, Blower succión, Blower molino, Motor de cuchillas	6.33
Falta de tolva disponible, Debido falta Costurador Rafia	7.25
Falta ENEE	4.17
Pieza Dañada abre Bolsas(Técnico enderezo)	3
Problemas con Bomba de aceite	4
Problemas con Bombas de adición Agua Acondicionador	2.5
Robot en falla	3

Se desprendió Manga de filtro Succión Molienda	1.25
08/08/18	14.25
Cambio de Biomasa a Bunker(No hay Chip de madera)	0.66
Costurado en mal estado	3.5
Falla en sistema de descarga de la Enfriadora	1.5
Falta de vapor, por falta agua(Reparación de transformador en feed, lo cual afecta bombas abastecen caldera)	7.34
Problemas con la banda plana y sensor de costurador	1.25
09/08/18	48.51
Falla en costurador	10
Falta de ENEE	0.5
Falta de tolva disponible, falla en costurador	34.51
No funcionaba Bornera PT2, Y un sensor	1.5
Reparando Bolsas mal costuradas	2
11/08/18	1.91
Falta de vapor	0.5
Problemas con sistema enfriamiento cuarto MCC, Disparo equipos	1.41
13/08/18	73.5
Falla eléctrica en transportador 306A	6.66
Falla en resistencia de mordaza enfardadora	1
Falla en rotativas de enfardadora después de corte enee	2
Falla en sistemas después de cortes de ENEE	22
Falta de vapor	0.5
Falta de zarandas reparadas	0.84
Problemas ajustes cuchillas, falla de Energía. Etc	10.83
Problemas en sistema ajustes de cuchillas	5.67
Se dañaron variadores de varios equipos. Después de cortes de ENEE	24
14/08/18	39.98
Falta alimento en tolva, por reparación en coater 10B	3.5
Por pruebas en sistema Coater 10B	4.98
Problemas ajustes cuchillas.	2
Pruebas en coater 10B	2.5
Se dañaron variadores de varios equipos. Después de cortes de ENEE	12
Se dañaron variadores de varios equipos. Falla en bomba adición agua acondicionador,	11.5
Sistema de apertura de compuertas nos funcionaba	3.5
15/08/18	18.24
Baja presión de vapor, problemas con un rodo en caldera	7.16
Falla en resistencia de enfardadora(No hay repuesto)	1.75
Falla en sistema coater, bomba AVT, Vapor	5
problemas Con transportador 49	1
Reparación de vibrador lineal # 2, y resistencia enfardadora	1.5
Se soldaron unos tubos a banda plana	0.5

Sistema se disparó en 3 ocasiones, falla emergencia en Panel	1.33
16/08/18	7.91
Bajón ENEE	1
Maquina está en mal estado tolvas de cabezal, por ende nos da problemas de bolsas picadas	1.25
Problemas con costuradora	2
Reparación de enfardadora	3.5
Se disparo el extrusor	0.16
19/08/18	6
Falta de vapor	1
Mantenimiento en molino Altima	5
20/08/18	17.5
Falla de Costura	1
Falla en Balanza	2
Falla en Porta Cuchilla	8
Falla en Programación de PT2	2
Falla vibrador lineal desoldado	1.5
Problemas en el Shaker	1
Ruptura de Zarandas del Molino y descarga de Alimento	2
21/08/18	18.16
Baja presión de aire comprimido	1.5
Baja presión de Vapor	0.5
Falla en variadores de válvulas rotativas	5.5
Problemas con alimentador de Molino	6.99
Problemas con cable Vey	1
Problemas con las bandas de secadora	0.67
Reparando Uña abre Bolsa en llenadora	2
22/08/18	29.16
Se daño sensor de bandas en extrusor, se apagaba Extrusor	5
Atoramiento por falla en Rotativas	2
Baja presión de aire comprimido	1
Baja presión de Vapor	2
falla en sistema de rotativas	1
falla en sistema de variadores de rotativas	1
Problemas con banda transportadora de sacos,	1
Problemas con elevador 61 y se daño sensor de bandas en extrusor	7
Problemas con pistón de piso secador 10B	9.16
25/08/18	11.16
Revisión de Extrusor, se encontró metal, Falla en elevador 61	11.16
Total general	429.41

AREA	Mantenimiento
SEPTIEMBRE	
Etiquetas de fila	Suma de HORAS

02/09/18	1
Falta de Vapor de Biomasa	1
04/09/18	12.92
Falla Eléctrica en Panel de los Coaters	1.42
Falla en Costuradora, por problema Eléctrico	4
Falla en transferencia de producto por Atoramiento en Cablevey	2.5
Falla en transportador #49, falla con enfriadora	2
Se traslado costuradora a PT2	3
06/09/18	11.33
Falla en Coaters y Reparación de Zaranda	4.33
Falta de producto en Tolva, Inactividad de Extrusor 8A	2
Falta de Vapor Biomasa, se paso a Bunker	1.5
Maquina Costuradora mala	1.5
Reparación de Bulher 50	2
09/09/18	10
Falla en la compuerta tolva 126	1.5
Falla en la costuradora	3
Falla en malla pedazo de hierro atoró rotativa tolva coater	3.5
Falla en motor de cuchillas	1
Falla en transportador alimentación	1
11/09/18	9.33
Falla de Energía Eléctrica	1.17
Falla de Vapor por cambio de Biomasa a bunker	1
Falla de Variador, por inestabilidad de Energía	2.33
Falta de Energía	3.83
Falta de Vapor	1
12/09/18	37.04
Atoramiento en Tanque de Color, no apaga sistema de color	1.75
Atoramientos en trasportador 47	0.83
Falla con pinzas separadora y revisión de robot	7
Falla con pinzas separadora y revisión de robot, ruptura de bolsa por robot	1.5
Falla de Enfaldadora, reducción de capacidad	1.5
Falla de resistencia, reducción de capacidad por enfaldadora	1
Falla en Termocupla, no sellaba bolsa	1
Falla Mecánica de Robot	4.5
Falla Mecánica y eléctrica daba falla en panel	1.5
Falta de tolva disponible por falla de robot Pt2	7.8
Inactividad por Falta de Tolva, falla de robot y pinzas en PT2	6
Inactividad por Falta de Zaranda para el molino, Zaranda dañadas	2.66
13/09/18	14.99
Falla de Sostenedora de Bolsa	0.5
Falla Eléctrica en PT2 por Molino 10B	1.25
Falla en Caldera de Biomasa (Baja Presión de Vapor)	0.83
Falla en maquina Costuradora cortando en medio del saco	1.75
Falla en Tubería de Colorante	1.33
Falta de Alimento en Tolva, esto debido a falla de Vapor	1

Falta de Tolva de Recibo por falla de apertura	2.83
Falta de Tolva disponible por falla de PT2	1.34
Falta de Tolva, por atraso de PT1 (Robot en mal estado)	1.5
Falta de Vapor	0.5
Falta de Vapor en Caldera, Falla de agua	2.16
14/09/18	3.75
Falla de Costuradora	1
Falta de Vapor	1.5
Prueba de Acondicionador, lavado, armado y revisión de Molino	1.25
16/09/18	16.84
Ajuste tolvas alimentación	1.5
Cambiando motor costurado	2.5
Falla en bomba de colores	3.84
Falla en quemador #2	1.5
Falla en sistema 83Limpiadora	1
Reparación de molde	6.5
17/09/18	21.58
Falla de Resistencia y enfaldadora	2.5
Falla de Transportador 90 paletas atoradas	2.83
Falla en Bin de Circular, desalineamiento de alimentador y falla de Blower	5.5
Falla en Costuradora, Dañado de Empaque y salto de puntada	4
Falla en Costuradora, se apaga maquina	1.75
Falla en sistema de Transportador 39 T-126 a Lea y atoramiento de sistema	3
Falta de Alimento en Tolva, causa inactividad de 8A por falla en Bin Circular	2
19/09/18	9.5
Falla de Costuradora por saltos de puntadas	1.5
Falla en Cuchillas se dispararon 4 veces	2
Falla en Transportador 81, atoramiento de producto	2
Falta de Alimento por falla de Transferencia	1
Falta de Vapor de Biomasa	2
Reparación de Costuradora, se daño aguja quebrada	1
20/09/18	26
Falla de Costuradora y baja presión de Aire	1.5
Falla de Energía Eléctrica	1
Falla en elevador #96	1
Falla en sistema Eléctrico	2
Falta de Alimento en tolva, por fallas de Energía	8.75
Falta de Alimento en tolva, por fallas de Energía	6.25
Falta de Alimento en tolva, por fallas de Energía y Vapor	3
Falta de Energía Eléctrica	2
Falta de Vapor de Biomasa	0.5
21/09/18	21.58
Falla con banda de secadora	1
Falla de Energía Eléctrica	3.33
Falla de Presión de Aire	3.75
Falla en Presión de Aire, falta de vapor	2

Falta de Energía Eléctrica	0.5
Falta de Vapor Caldera Biomasa	8
Problemas con Motor de Cuchilla	3
24/09/18	8.73
Falla con problemas de pantalla de extrusor	2
Falla en Dispensador de Producto	2
Falla en Sistema de Cuchillas	1.07
Fallas de Blowers de Secadora producto Húmedo	1.5
Falta de Vapor de Biomasa	2.16
25/09/18	38.75
Falla de Energía Eléctrica	2.66
Falla en Motor de Extrusión 8A recalentó	19.67
Falta de Alimento en Tolva, por inactividad de Extrusor 10B por falta de Vapor	3.5
Falta de Alimento en Tolva, por inactividad de Extrusor 5T por falta de Vapor	3
Falta de Vapor de Caldera Biomasa	9.92
27/09/18	1.5
Mal estado selladora	1.5
28/09/18	6.5
Falla de Costuradora no funciona el motor	4.5
Fallas en Molde de Maquina del Cuello obstruido	2
30/09/18	13
Problemas con la adición del aceite, coater mal calibrado.	10
Problemas con los quemadores de la secadora, falla en el coater y falla en el alimentador del molino	3
Total general	264.34

Anexo 4: Reporte de los hallazgos encontrados por EHS. (Fuente: Cargill)

Cargill		Reporte de Inspección de Planta CFN LATAM		Clasificación		Prioridad AA: Resolución en 4hs		Prioridad A: Resolución en 24 horas		Prioridad B: Resolución en 15 días		Prioridad C: Resolución en 1 mes	
Fecha:		Consolidado		AI	Acto Inseguro								
Localidad:		Planta Honduras - Extruder		CI	Indicium Inseguro								
Gerente de planta:		Mauricio Zelaya											
Ubicación	Descripción	Clasificación	Potencial	Life Saver Involucrad	Prioridad	Evidencia fotográfica (fotos)	Evidencia fotográfica	Plan de Acción					
8	Area de premezcla	220 sin tapadera	CI	NO	Trabajo Electrico			Instalar tapadera					
9	Nivel 3 P/A	Equipo nuevo en funcionamiento sin guardas	CI	NO	Trabajo En Caliente			Colocación de guardas					
12	Entrada Extruder	Rodamiento expuesto	Condición insegura	NO				Eliminar riesgo de amordazamiento con protector o guarda.					

Anexo 5: Hoja de chequeo elaborada para el compresor de respaldo. (Fuente: Cargill)

Cargill Inspeccion Compresor IR Extruder												
Semana: Turno A			Tecnico Inspector: _____									
Fecha inicio semana:												
Dia	Lunes		Martes		Miercoles		Jueves		Viernes		Sabado	
Estado	Bueno	Malo	Bueno	Malo	Bueno	Malo	Bueno	Malo	Bueno	Malo	Bueno	Malo
Puntos de Chequeo												
Fugas de Aire												
Fuga de Aceite												
Ruidos extraños												
Vibraciones Inusuales												
Libre de Polvos												
Nivel de aceite												
Presion de descarga												
Sump Pressure												
Caida de presion del separador												
Lectura Cambio de Aceite (Reset 2000H)												
Estado de valvulas de condesado de tanque pulmon												
Area limpia en su periferia												
Horometro (Lectura)												
*Colocar lectura de hrs donde se requiere												
Observaciones (detalle si ha encontrado alguna anomalia):												

Anexo 6: Rutina diaria de Feed modificada. (Fuente: Cargill)

		Fecha: _____		
TECNICO	Turno "A"			
TECNICO	Turno "B"			
TECNICO	Turno "C"			
		A	B	C
1. REVISION TANQUE DE AGUA				
Nivel de agua del tanque (0%, 25%, 50%, 75%, 100%)				
Bomba de Condensado				
Bomba transferencia 750 hacia PTAR				
Presion bombas transferencia hacia planta, manometro (40 y 50 psi)				
Presion bomba del pozo trabajando, manometro entre (18 y 20 psi)				
Valvulas tuberia sistema contraincendio abiertas, Sistema en Auto				
2. REVISION BANCO DE CAPACITORES				
Chuequear los Breaker si estan en "ON"				
REVISAR TEMPERATURA DE LOS A/C, DE LOS MCC, DEBEN ESTAR EN 24 °c				
3. DEMANDA / CONSUMO DE ENERGIA				
	Consumo KWH	Demanda KW	Factor de Potencia= 0.90 en P/A Y P/B	
P/A Turno "A"				
P/B Turno "A"				
NOTA: REVISAR TODOS LOS DIAS POR LA MAÑANA Turno "A"				
4. REVISION DE LOS GENERADORES (TURNO A)		Generador 500 Kw	Generador 800 Kw	Generador 1250 Kw
Nivel de agua del Radiador				
Nivel de aceite del Motor				
Nivel de electrolitos de las baterias				
Lectura del Horometro Hrs				
Encender por 5 minutos lunes y viernes				
Revisar nivel de tanque de alimentacion Diesel				
5. INSP. BREAKER CALENTADORES ELECTRICOS				
Planta Balanceados		Breaker Tripped	Breaker Tripped	Breaker Tripped
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad
	Breaker Off	Breaker Off	Breaker Off	Breaker Off
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad
6. REVISION DE HOROMETRO A PELETIZADORAS		P.400 Hrs	P.300 P/A Hrs	P.200 PA Hrs
7. ENERGIA POR EQUIPO (TURNO A)				
	Molino 100			P.200 P/A
	Molino 200			P.200 P/B
	P.400 M. Inferio			Molino Altima
	P.400 M. Superior			Molino Champion
	P.300 P/A			
8. ROBOT (TURNO A)				
Alineamiento de sensores (que tengan todas las luces)				
Sensores bien sujetos (Con todos sus tornillos)				
Canaletas de cableado con sus tapaderas atornilladas				
Arnes de cableado sin dobleces o interferencias				
NOTA: REVISAR TODOS LOS DIAS ANTES DE LAS 9:45 am. Turno "A"				
Centro de Distribucion (PM 700) Kw		Contador Energia Rampa Balanceados Kw		Medidor Salida agua del tanque Principal (l)
Energia Activa		Energia Activa		Consumo De Agua
				Consumo de FEED
OBSERVACIONES:				

Anexo 7: Rutina diaria de Extruder modificada. (Fuente: Cargill)

Turno A: _____
 Turno B: _____
 Turno C: _____

Recepcion del Turno

Revisar temperatura de AC en los MCC (24°C min)

Leer libro de novedades

Verificar funcionamiento del vaporizador

Presion del gas: 140 a 150 PSI

Temperatura: 130 a 150 F

Recorrido por la planta

Torre de Enfriamiento

Revisar calentadores (interruptor en ON)

Verificar saturacion de filtros de mangas de los 3 molinos

Revisar factor de potencia MCC 5T

Revisar factor de potencia MCC 10A

Revisar factor de potencia MCC 10B

Horometro de consumo de agua Extruder

Revision de generador 1250 KW (horometro)

Nivel de agua del radiador

Nivel de aceite del motor

Nivel de electrolito de las baterias

Nivel de tanque de combustible (Diesel)

Encender por 5 minutos (Lunes y Viernes)

Revision de estacion de lavajojos

Cuarto de lubricantes

Caldera de bunker

Caldera biomasa

Generador

Revisar embolsadora PT1

Revisar embolsadora PT2

Revisar embolsadora LEA

Revisar embolsadora Chronos

Revisar Secadora 10B

Control de demanda (Lunes a Domingo turno A)

Revisar de operación de bombas de agua de Extrusores

Revisar Bomba de aguas Residuales Extruder

Revision de los Compresores (Turno A)

Compresor IR 40 | Impresor Kaeser 60 | Secador Kaeser

Fugas aire

Libre de polvo

Fugas de aceite

ruidos extraños

vibraciones inusuales

Nivel aceite

Anotar horometro funcionamiento

Revisar Hrs de carga

Energia por equipo:

Mol Altima 10B

Mol Matador

Extrusor 5 ton

Extrusor P/B

OBSERVACIONES
