



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA INDUSTRIAL

Diseño de un plan de mantenimiento preventivo usando un sistema de información de mantenimiento para incrementar la productividad en la empresa de cables Indeco 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR:

Calderon Meneses, Hector Orlando (ORCID: 0000-0001-8487-4140)

Cardenas Del Pino, Saul Virgilio (ORCID: 0000-0003-1058-8445)

ASESOR:

Mg. Farfán Martínez, Roberto (0000-0002-7022-4312)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA - PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios, a nuestros padres y a todos los que lucharon por lograr ser ingenieros, quienes por circunstancias de la vida no lo lograron, en especial a nuestra amiga Nancy Gudiel, quien lucho hasta el final por ser una profesional destacada.

Agradecimiento

Gracias nuestra universidad, gracias por habernos permitido asentar nuestra formación y en ella, gracias a todas las personas que fueron participes de este proceso, ya sea de manera directa o indirecta, gracias a todos ustedes, fueron ustedes los responsables de realizar su pequeño aporte, que el día de hoy se vería reflejado en la culminación de los nuestros pasos por la universidad. Gracias a nuestros padres, que fueron nuestros mayores promotores durante este proceso, gracias a Dios, que fue mi principal apoyo y motivador en cada día de vida.

Presentación

Señores Miembros del jurado:

En su cumplimiento del reglamento de Grados y Títulos a la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo usando un sistema de información de mantenimiento para incrementar la productividad en la empresa de cables Indeco 2019”, la misma que someto a vuestra consideración con los requisitos de aprobación para obtener el Título profesional de Ingeniero Industrial.

Calderón Meneses, Héctor Orlando
Cárdenas Del Pino, Saúl Virgilio

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Acta de sustentación de la tesis	iv
Declaratoria de originalidad.....	vi
Presentación	vii
Índice de contenidos	viii
Índice de gráficos	x
Abstract	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEORICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	12
3.2. Variables y Operacionalización	13
3.3. Población (criterios de selección).....	13
3.4. Técnica e Instrumentos de recolección de datos	13
3.5. Procedimientos.....	15
3.6. Método de Análisis de Datos.....	15
3.7. Aspectos Éticos.....	16
IV. RESULTADOS	17
V. DISCUSIÓN.....	30
VI. CONCLUSIONES.....	32
VII. RECOMENDACIONES	33
REFERENCIAS	34
ANEXOS	39

Índice de tablas

Tabla 1: Causas de las deficiencias en la gestión del mantenimiento preventivo en la producción de cables.....	2
Tabla 2: Diagnóstico inicial – Confiabilidad – Mantenibilidad – Disponibilidad.....	17
Tabla 3: Diagnóstico inicial - eficiencia.....	18
Tabla 4: Diagnóstico inicial - eficacia	18
Tabla 5: Diagnóstico inicial – productividad.....	18
Tabla 6: Estimación de la aplicación del plan respecto a la confiabilidad - mantenibilidad - disponibilidad	27
Tabla 7: Estimación de la aplicación del plan respecto a la eficiencia	27
Tabla 8: Estimación de la aplicación del plan respecto a la eficiencia	28
Tabla 9: Estimación de la aplicación del plan respecto a la productividad	28

Índice de gráficos

Gráfico 1: Diagrama de Ishikawa (causa - efecto).....	2
Gráfico 2: Diagrama de Parteo de la producción de cables	2

Resumen

En el presente informe de investigación “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo usando un sistema de información de mantenimiento mejora la productividad en el área de producción de cables eléctricos en la empresa INDECO 2019”, se estableció como objetivo principal: Determinar en qué medida el diseño de un plan de mantenimiento preventivo usando un sistema de información de mantenimiento mejora la productividad en el área de producción de cables eléctricos en la empresa INDECO 2019, y como objetivos específicos: • Determinar en qué medida el diseño de un plan de mantenimiento preventivo usando un sistema de información de mantenimiento mejora la eficiencia en el área de producción de cables eléctricos en la empresa INDECO 2019. • Determinar en qué medida el diseño de un plan de mantenimiento preventivo usando un sistema de información de mantenimiento mejora la eficacia en el área de producción de cables eléctricos en la empresa INDECO 2019. La metodología utilizada fue de tipo aplicada, de diseño no experimental. El diseño del plan tuvo un costo de sistema de información de S/.135,570.00 y de plan de mantenimiento preventivo de S/.113,967.50 lo que nos da un total general de S/. 249, 537.50. Se concluye que la productividad posterior a la aplicación del plan se incrementó en un 59.27%, la eficiencia tuvo un acrecentamiento de 3.67% y la eficacia aumentó un 53.68% después de la aplicación del plan.

Palabras Claves: Mantenimiento preventivo, sistema de información, mantenibilidad, confiabilidad y productividad.

Abstract

In the present research report "Design of a preventive maintenance plan using a maintenance information system improves productivity in the area of production of electrical cables in the company INDECO 2019", the main objective was established: To determine to what extent the Design of a preventive maintenance plan using a maintenance information system improves productivity in the area of production of electrical cables in the company INDECO 2019, and as specific objectives: • Determine to what extent the design of a preventive maintenance plan using A maintenance information system improves efficiency in the area of production of electrical cables in the company INDECO 2019. • Determine to what extent the design of a preventive maintenance plan using a maintenance information system improves efficiency in production of electrical cables in the INDECO 2019 company. The methodology used was applied, non-experimental design. The design of the plan had an information system cost of S / .135, 570.00 and a preventive maintenance plan of S / .113, 967.50, which gives us a general total of S / . 249, 537.50. It is concluded that the productivity after the application of the plan increased by 59.27%, the efficiency increased by 3.67% and the efficiency increased by 53.68% after the application of the plan.

Key Words: Preventive maintenance, information system, maintainability, reliability, and productivity.

I. INTRODUCCIÓN

El principal cometido del mantenimiento es apoyar el funcionamiento de los equipos y que las máquinas se encuentren en un buen estado a través del tiempo. Actualmente el mantenimiento, se encuentra orientado hacia una administración y proceso en conjunto de los activos de manera planificada entre los departamentos de a, se adelanta los requerimientos de los equipos y de los clientes. Uno de los principales dilemas con los que tiene que enfrentarse el mantenimiento es a las fallas imprevistas. En los países que se encuentran en crecimiento, el mantenimiento presenta niveles más elevados de ejecución en los procesos de mantenimiento preventivo que en naciones desarrolladas (Mora Gutiérrez, 2009). En el Perú (Komatsu, 2016) “Todo método es productivo, cada vez que ejecute mediante un número de fallas”. Éste fue el origen en el cual se fundamentó la empresa Komatsu Maquinarias Perú S.A., para que ejecute un estudio sobre la situación en la encuentra su flota de camiones modelo 730E mediante el estudio de los indicadores MTBF (tiempos medios entre fallas) y MTTR (tiempos medios entre reparaciones), para asociar la disponibilidad de los bienes con la administración de la conservación. Al revisar su data de los años 2012 y 2013 se verificaron que la disponibilidad presentaba una disminución, lo que por resultado señala que los mantenimientos de tipo preventivo no se estaban ejecutando de la manera más óptima, lo cual afectaba a su producción y generaba un incremento en los costos. La empresa INDECO es una empresa de éxito en el mercado, actualmente se encuentra en busca de la disminución de costos por la pérdida de líneas de fabricación, proponiéndose lograr cero accidentes, cero imperfecciones de calidad y cero inconvenientes; para lo cual, se debe tener los cuidados necesarios al momento de la producción y/o fabricación de los cables conductores eléctricos, es primordial que la líneas de fabricación tengan la capacidad de manejar diversos productos con dimensiones y estructuras variadas, requiriendo que la producción de la planta sea flexible, sin perjudicar las eficiencia de las tareas. Se ha detectado un número considerable de averías mecánicas que han generado una cadena de gastos a la empresa con pérdidas económica en el área de operación. Por lo que se busca mejorar la disponibilidad del sistema con una considerable baja en los costos de mantenimiento asociados, en la cual tuvo efectos de baja la productividad en la producción de cables.

GRÁFICO 1: DIAGRAMA DE ISHIKAWA (CAUSA - EFECTO)



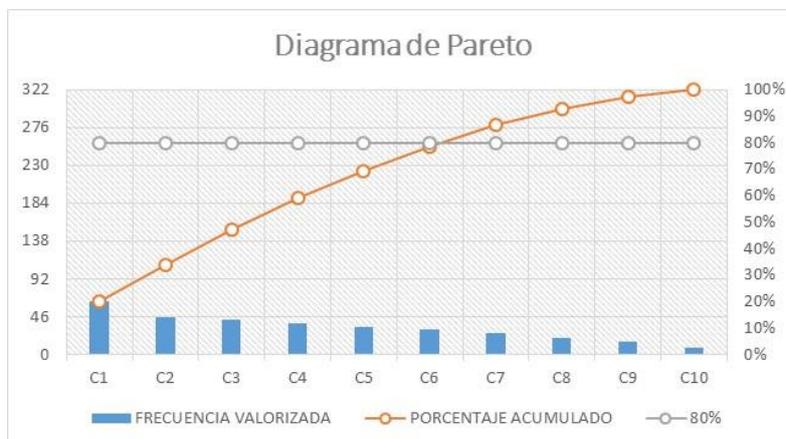
Fuente: Elaboración propia

TABLA 1: CAUSAS DE LAS DEFICIENCIAS EN LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA PRODUCCIÓN DE CABLES

DETALLE	CAUSAS	FRECUENCIA VALORIZADA	ACUMULADO	PORCENTAJE ACUMULADO
Tiempo excesivo en fallas y reparaciones	C1	64	64	20%
Alto costo en las órdenes de trabajo en el mantenimiento	C2	45	109	34%
Demora en atender el mantenimiento	C3	43	152	47%
Falta de registros de inventario como consumo de entradas	C4	38	190	59%
Falta y/o demoras de adquisición de los suministros	C5	33	223	69%
Falta de registro en repuestos y reparaciones	C6	30	253	79%
No se encuentra orden y clasificación	C7	26	279	87%
Falta de herramientas	C8	20	299	93%
Base de datos incompleta	C9	15	314	98%
Falta inspección permanente	C10	8	322	100%
TOTAL		322		

Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 2: DIAGRAMA DE PARTEO DE LA PRODUCCIÓN DE CABLES



Fuente: Elaboración propia

En el presente informe de investigación se formuló como **problema general**: ¿En qué medida el diseño de un plan de mantenimiento preventivo usando un sistema de información de mantenimiento mejora la productividad en el área de producción de cables eléctricos en la empresa INDECO 2019?, y como **problemas específicos**: • ¿En qué medida el diseño de un Plan de mantenimiento preventivo usando un sistema de información de mantenimiento mejora la eficiencia en el área de producción de cables eléctricos en la empresa INDECO 2019? • ¿En qué medida el diseño de un Plan de mantenimiento preventivo usando un sistema de información de mantenimiento mejora la eficacia en el área de producción de cables eléctricos en la empresa INDECO 2019? Hernández- Mendoza (2018) indicó que la **justificación** del estudio es señalar y demostrar porque la investigación es necesario e importante, en las cuales tenemos las siguientes justificaciones la teórica, conveniencia, social, práctica y metodológica. En el presente informe investigación se puede afirmar que tiene justificación práctica, porque propone mejorar la productividad y disminuir el tiempo provocado por los desperfectos de tipo mecánico, así como también menguar los gastos por restauración y los que son generados por la mano de obra cualificada por paradas de la producción no proyectados, mediante un diseño de un plan de mantenimiento, también tiene justificación por conveniencia porque es de utilidad a la empresa Indeco para mejorar la disponibilidad de sus maquinaria, y finalmente tiene justificación metodológica porque se propone una mejor estrategia de obtención de data aplicados a los mantenimiento de máquinas extrusoras. Como **objetivo general** se presenta: Determinar en qué medida el diseño de un plan de mantenimiento preventivo usando un sistema de información de mantenimiento mejora la productividad en el área de producción de cables eléctricos en la empresa INDECO 2019, y los **objetivos específicos**: • Determinar en qué medida el diseño de un plan de mantenimiento preventivo usando un sistema de información de mantenimiento mejora la eficiencia en el área de producción de cables eléctricos en la empresa INDECO 2019. • Determinar en qué medida el diseño de un plan de mantenimiento preventivo usando un sistema de información de mantenimiento mejora la eficacia en el área de producción de cables eléctricos en la empresa INDECO 2019. Como **hipótesis general** presenta el diseño de un plan de

mantenimiento preventivo usando un sistema de información de mantenimiento mejora la productividad en el área de producción de cables eléctricos en la empresa INDECO 2019, y siendo las **hipótesis específicas**: • El diseño de un plan de mantenimiento preventivo usando un sistema de información de mantenimiento mejora la eficiencia en el área de producción de cables eléctricos en la empresa INDECO 2019. • El diseño de un plan de mantenimiento preventivo usando un sistema de información de mantenimiento mejora la eficacia en el área de producción de cables eléctricos en la empresa INDECO 2019.

II. MARCO TEÓRICO

En los antecedentes a nivel internacional encontramos las investigaciones de: **Sierra A., G. (2004)**, en su trabajo de investigación “Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica industrias AVM S.A.”, en la cual su objetivo principal fue asegurar la disponibilidad y confiabilidad del óptimo funcionamiento de las máquinas que intervienen en el proceso de fabricación, de una formas eficiente y confiable, con el propósito de aportar en el desempeño de la régimen de calidad determinada por la empresa, y se determinó que durante la aplicación del programa se realizaron rutas de evaluación a los distintos equipos, y también se desarrollaron las órdenes de trabajo para enmendar las fallas, por lo que las tareas de conservación preventiva llevaron a las máquinas a presentar un mejor cumplimiento y generar un mejor espacio de trabajo. **Valdés A., J. y San Martin P., E. (2009)** en su investigación “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo-predictivo aplicado a los equipos de la empresa REMAPLAST”, que tuvo como propósito primordial se definió diseñar un plan de mantenimiento preventivo – predictivo aplicado a los equipos de la empresa REMAPLAS, el cual logre mejorar el desempeño de los equipos y reducir los tiempos no productivos. Concluyendo que la empresa presentaba determinados inconvenientes SETUP no planificados, ya que los daños que se presentaban, sumándole la poca estructuración en aplicación de los inventarios de repuestos, los cuales incrementaban los tiempos de parada; ya que, no se tenían los repuestos requeridos, lo cual en conjunto llevaba a ejecutar actividades de corrección, las cuales conllevaban a la poca eficiencia en el desarrollo de actividades, lo que generaba elevación de costos y el no alcanzar las metas trazadas. **Ruiz P., J (2015)** en su tesis “Implementación de un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la Empresa INVERGLOBAL INC LTDA”, que su finalidad es desarrollar y aplicar un plan de mantenimiento preventivo, las tareas, y los tiempos para realizar la limpieza, contrastación, reparación, engrase y reemplazo de piezas necesarias para máquinas pesadas. Asegurando una operatividad a grado de eficiencia adecuados. Se determinó que la aplicación del plan mejoró la capacidad de ejecución de los 4 equipos estudiados. Que los equipos no tienen fallas crónicas que coloquen en riesgo la

seguridad, el entorno ni del personal. Las tareas planificadas muestran un ahorro para la organización, en lo que es tiempo como en insumos. Los mayores niveles de gasto de encontraban en los mantenimientos correctivos, por lo que se busca que no vuelvan a ocurrir a través de reportes oportunos de fallas posibles. **Arias U., C. y Vargas Z., A. (2014)** en su trabajo “Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para una industria productora de hormigón pre mezclado”, el cual tuvo como objetivo plantear un plan de mantenimiento preventivo para la institución que fabricaba hormigón pre compuesto, además, permitimos tener un mantenimiento planificado, dirigido y controlado. Se concluyó que la implementación del mantenimiento preventivo para la organización, asegura un 85% de confianza de las máquinas o correcto funcionamiento, lo cual incrementa la capacidad que tienen las máquinas para ejecutar sus trabajos en un momento definido y acrecentar su operacionalización sin generar perjuicios. También se pudo normalizar y conseguir un mejoramiento del rendimiento de la mano de obra, en las tareas de conservación.

A nivel nacional se presenta los siguientes antecedentes: **Gonzales G., J. (2016)**, en su tesis “Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de Producción en la Empresa LATERCER S.A.C., que tuvo como objetivo principal proponer un mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa LATERCER S.A.C., y obtuvo como conclusión general que se desarrolló una evaluación inicial del estado de los equipos, para establecer el estado de los elementos, de detectaron los siguientes puntos resaltantes (críticos): 12 en el molino a tierra y 9 en la amasadora. Por lo que la organización tienen un gasto de S/. 10, 596.00 en lo que respecta a mano de obra sumándole los gastos en repuestos que son S/. 71, 957.00 lo cual nos resulta un monto total de S/. 82, 553.00 en un periodo de 10 meses; representando así un estado de pérdida en la institución. Los trabajos de conservación planteadas se sustentan en una planificación inicial, en tanto se vaya desarrollando el mantenimiento preventivo, se estará sumando rutinas que apoyen a un adecuado funcionamiento de la conservación, con el fin de irse aplicando en las demás áreas, con un incremento en la producción de un 12%.

Bendezú B., A. (2017) en su trabajo de investigación cuyo título es “Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en el proceso de extrusión del área de producción de Industrias Plásticas MARPLAST SAC, Lima, 2017, es de tipo cuantitativo y cuasi experimental. El propósito general fue establecer como la aplicación del mantenimiento preventivo mejora del rendimiento en el proceso de extrusión del área de producción en Industrias Plásticas MARPLAST SAC, Lima, 2017. La investigación concluye que el mantenimiento preventivo aplicada en el proceso de extrusión del área de producción de Industrias Plásticas MARPLAST SAC, Lima, 2017, incremento la productividad en 15.04 %, la eficiencia en % 10.46 y la eficacia en 23.38 %.

Cruz R., F. (2017) La investigación realizada titulada la “Implementación del Mantenimiento Preventivo para la mejora de la productividad en el área de mantenimiento empresa Ascensores S.A. 2017”, presentó como fin establecer en qué medida la aplicación del mantenimiento preventivo mejora de la productividad en el área de mantenimiento empresa Ascensores S.A. 2017. La presente investigación fue aplicada y diseño de investigación es de tipo cuasi experimental. En la cual concluye que sus posibilidades alternas son admitidas, con las que se sigue a analizar los resultados, precedentes y con la seguridad que nos da la teoría, determinando una mejora en la productividad en 9,89%; la eficiencia se incrementó en 3,19% y la eficacia en un 8,31% en el área de mantenimiento.

Escobar C., K. (2017) en investigación “Aplicación de Mantenimiento Preventivo para mejorar la productividad en la elaboración de alimentos balanceados de la empresa Corporación KOMPANO S.A.C., Puente Piedra, 2017”, presentó como fin implementar el mantenimiento preventivo para el mejoramiento del rendimiento en el desarrollo de alimentos balanceados en la organización. Determinando que la implementación de la conservación preventiva mejora el rendimiento en la fabricación de alimentos balanceados, obteniendo un incremento en el rendimiento de 13.70%.

En relación a las teorías relacionadas a la investigación tenemos:

Mantenimiento: (Creus, 1992, pág. 276) Sostiene que el mantenimiento es un conglomerado de acciones necesarias a ejecutarse de forma periódica o para restaurar una máquina o equipo, al momento que presenta una falla se pone en

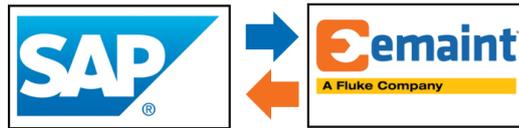
marcha o funcionamiento nuevamente y así continúe su actividad. (Duffa, Raouf, & Dixon, 2000, pág. 42) El mantenimiento es el conglomerado de acciones técnicas y acciones relacionadas a través de las cuales una máquina o procedimientos se preservan o restaurar para que sea posible ejecutar sus determinados empleos. (Chusin, 2008) Son todas aquellas actividades importantes o necesarias para que se pueda mantener en condiciones óptimas los equipos e instalaciones para ejecutar la tarea o función para la cual fueron creadas o programadas; además de aumentar la producción con el propósito de tener la máxima disponibilidad y confianza de las máquinas así como de las instalaciones. Es un vínculo entre procedimientos que son planteadas para la protección de equipos en un periodo de tiempo lo máximo aceptable y con el mayor provecho.

Mantenimiento preventivo: (E.T. NEWBROUGH, 1997, pág. 69) Es la protección planificada de la fábrica y los equipos con los que cuenta, como resultado de inspecciones de manera constante en las que se puede evidenciar condiciones defectuosas. Con el objetivo de disminuir mínimamente las interrupciones y un desgaste excesivo, resultado del descuido. Llegando a ser una herramienta de disminución de costos en lo correspondiente a conservación y operaciones. Y así podremos obtener: menor cantidad de tiempo perdido, mayor y mejor preservación y durabilidad de los equipos, menor costo por cantidad de horas hombre no programadas, menos restauraciones a gran escala, disminución en el volumen de productos rechazados, determinar qué área genera la mayor cantidad de gastos por mantenimiento e incrementar las condiciones de seguridad. (Duffa, Raouf, & Dixon, 2000) Define como una secuencia de actividades planificadas con anticipación, que se desarrollan para contrarrestar los orígenes de las fallas probables de las tareas para las cuales fue creado. Puede planificarse y proyectarse en base al tiempo, utilización o el estado del equipo. (Prando, 1996). Es conocido también como Mantenimiento Periódico o FTM (Mantenimiento de tiempo establecido), ya que las tareas que se desarrollan se establecen en cuanto a tiempos predeterminados y cuya esencia es prevenir la ocurrencia de fallas.

Sistema de información de mantenimiento: (Duffa, Raouf, & Dixon, 2000) el objetivo de alcanzar un sistema de información de mantenimiento es emplear (maximizar) los tiempos de ejecución de una forma eficiente haciendo uso de una mínima cantidad de costos. Para conseguirlo se determinan las siguientes acciones: métodos eficientes para programar y proyectar el cronograma de trabajo y los recursos que implique el mismo; inspección de las tareas de mantenimiento, compilación de información e informes del desarrollo para reafirmar la mejora constante.

Planificación del mantenimiento preventivo: (García, 2003). Es un documento en el cual está contenido el agrupamiento de actividades de preservación programado que se desarrolla para asegurar niveles de disponibilidad de las máquinas. La lista de tareas de preservación, principalmente se basan en las recomendaciones del fabricante, aunque se recomienda considerar también factores del escenario de trabajo para afinar el plan de mantenimiento (E.T. NEWBROUGH, 1997, pág. 72) Previo a dar inicio al mantenimiento preventivo es vital realizar un planeamiento global con la finalidad de registrar tiempos de los paros que presentan las máquinas y tomar nota de las causas, programar los costos de mantenimiento, entre otros; pero, esto va depender de las necesidades con el tipo y las dimensiones de la empresa.

Software del sistema de Gestión de Mantenimiento EMAINT CMMS es una solución de software de mantenimiento CMMS (Sistema de gestión de mantenimiento computarizado) para la administración de órdenes de trabajo, solicitudes de servicio, programación de mantenimientos preventivos e inventario de piezas de repuesto. Las ventajas que presenta son: la eliminación de tiempos de inactividad no programados, reducir las órdenes de trabajo, mejorar el control de las piezas de repuestos o refacciones. Este software va permitir la disponibilidad: de órdenes de trabajo y solicitudes de servicio, planificación de tareas de mantenimiento preventivo, gestionar piezas de repuesto e inventario, establecer límites para la operación de equipos, gestionar activos y presentar informes y DASHBOARDS. (emaint, 2020).



Mejoras enfocadas: (Suzuki, 1994) son todas aquellas actividades que incremental al máximo la eficacia general de los equipos, actividades y planteamientos mediante una exigente exclusión de pérdidas y el incremento de los rendimientos. Indicadores de mantenimiento: **Tiempo medio entre fallas** (Salazar, 2017). También se conoce en inglés como MTBF (Mean Time Between Failures), representa un importante indicador que se muestra el tiempo medio durante el cual una máquina funciona de manera óptima de acuerdo a su diseño; entendido de otro modo, es el tiempo promedio transcurrido entre una falla y otra. **Tiempo medio entre reparaciones:** (Salazar, 2017). También se conoce como MTTR, por sus siglas en inglés (Mean Time Through Repair), es un indicador que permite medir el tiempo que transcurre cuando un equipo está siendo atendido con tareas de mantenimiento, el tiempo promedio que estas atenciones necesitan. **Confiabilidad:** Es la competencia de un bien o elemento para ejecutar una tarea solicitada en condiciones establecidas en un lapso de tiempo otorgado.

Mantenibilidad: (KNEZEVIC, 1996). Es una característica inherente de un elemento, relacionada con su capacidad de ser restaurado a un estado que le permita realizar sus funciones de acuerdo a su diseño original, mediante la ejecución de tareas de mantenimiento específicas. (Mora, 2009) Es la posibilidad de que un equipo presente fallas, regrese a la operatividad, en la menor cantidad de tiempo posible, empleando recursos específicos.

Disponibilidad: (Buelvas & Martinez, 2014). Es el parámetro fundamental relacionado a la preservación, puesto que posee la disposición de limitar la fabricación. Está definida la posibilidad de que un equipo esté en óptimas condiciones para producir en un lapso de tiempo establecido, es decir que no se encuentre paralizada por daños o fallas.

Productividad: (Gutierrez Pulido, 2014) la productividad está vinculada con lo obtenido que se consiguen en un procedimiento o método, por lo cual se busca obtener un aumento del rendimiento, teniendo en cuenta los recursos que se

emplearon para conseguirlo. Se determina entre la división de los resultados obtenidos y los recursos que se utilizaron. (Carro Paz & Gónzales Gómez , 2012) Comprende la mejora de la actividad productiva. El perfeccionamiento conceptualiza un contraste positivo entre el número de recursos empleados y el número de bienes o servicios generados.

Eficiencia: (Gutierrez Pulido, 2014) es una dimensión de la productividad, y precisa como el vínculo de lo conseguido y los recursos que se emplearon. Buscar la eficiencia es intentar alcanzar la optimización de los recursos y evitar los desperdicios de recursos. Consistiendo así en emplear los elementos de forma adecuada, lo que conlleva a que comprendamos con anterioridad cuales vienen a ser los gastos o costos, con el propósito de dar un buen uso del presupuesto.

Eficacia: (Gutierrez Pulido, 2014) es una dimensión de la productividad, y es el grado en que se desarrollan las tareas programadas y se obtienen los resultados planificados. Entendiendo así que la eficacia es la capacidad de alcanzar el impacto planificado.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es aplicada, porque identifica un problema y le brinda una respuesta de acción idónea, usando definiciones y herramienta propuestas.

Villegas, Marroquín, del Castillo y Sánchez (2011) indicaron: “La investigación aplicada realiza el uso de fundamentos de teorías en la práctica y no en el desarrollo de la misma, obtiene resultados a través de herramientas” (p. 86).

3.1.2. Diseño de Investigación

Hernández-Mendoza (2018) especifica que los diseños no experimentales, en las que se ejecutan la utilización intencional de las variantes y en las que únicamente se visualizan los fenómenos que estén naturalmente en su ambiente.

El estudio tiene diseño no experimental, ya que el estudio no genera ninguna situación, solamente se observa la disponibilidad de las máquinas para fabricación del producto, como consecuencia a ello realizar el diseño de un plan de mantenimiento

Álvarez, Hernández - Siamperi y Ruiz (2015) señala que los tipos de diseño no experimental son transversales porque se hace la recolección de los datos en un solo momento.

El presente informe de investigación es de diseño no experimental transversal porque se realizó el estudio de la gestión del mantenimiento y análisis estadístico documental en un solo momento, en donde se evaluó la disponibilidad de las maquinas en relación con la productividad en el área de producción de cables en un determinado tiempo y contexto.

3.2. Variables y Operacionalización

En el presente informe de investigación se consideró como variable independiente: “Plan de mantenimiento preventivo” (García, 2003) “Es un documento el cual posee un agrupamiento de actividades de mantenimiento programado que se llevan a cabo para consolidar el grado de disponibilidad de las máquinas”, siendo una variable de tipo: cuantitativa. Y como variable dependiente: “Productividad” (Gutierrez Pulido, 2014) “Es la relación con los resultados que se consiguen en un procedimiento o método, por lo cual se busca obtener un aumento del rendimiento, teniendo en cuenta los recursos que se emplearon para conseguirlo”, siendo una variable de tipo: cuantitativa.

3.3. Población (criterios de selección)

3.3.1. Población

Toro y Parra (2016) indicó que la población es un conjunto general de las unidades en grupo sobre del cual se realizara estudio del fenómeno, de esta forma puede ser infinita o finita.

La población objeto de estudio fue de 6 máquinas de extrusión en el área de producción de cables de la empresa INDECO, 2019.

3.3.2. Muestra

La muestra se entiende como una parte del todo, datos e información para el estudio del fenómeno, de los cuales se realizó observaciones y mediciones de las variables de la materia de estudio. (Bernal, 2010)

El tamaño de la muestra es igual al tamaño de la población.

3.4. Técnica e Instrumentos de recolección de datos

Se obtuvo un registro de la situación de la empresa en relación con la problemática se procedió a utilizar el instrumento de observación directa para evaluar cómo mejorar la productividad e identificar las fallas que ocurren. Para lograr almacenar este tipo de datos es

necesario de una técnica que se acomode al método de trabajo, por ello se utilizó las fichas de obtención de data del ciclo de vida de equipos, ordenes de trabajo de mantenimiento y fichas de mantenimiento preventivo para cada máquina

3.4.1. Validez

La validez se entiende por el concepto de nivel en el que el instrumento utilizado manifiesta el cálculo de la variable del punto de vista de las características que se desarrolló. Por ello según Hernández et al. (2010), valides es el grado que el instrumento tiene, para ver si realmente la medición es correcta de las variables.

En este desarrollo de investigación, para poder validar los instrumentos de recolección de datos, se utilizó la prueba de juicios de expertos, en la cual se aprobó en el proyecto de investigación.

3.4.2. Confiabilidad

La confiabilidad es el nivel de un instrumento de medición donde el objetivo del resultado es la repetición de lo medido con el objetivo, se puede medir de diferentes maneras, para Paniagua (2015), usualmente se mide de dos formas; la primera es por Test-pretest, donde se mide individualmente sus score con el objetivo de medir la permanencia de la escala; la segunda forma es el Coeficiente de Alpha de Cron Bach, esta es medible a través del tiempo y con la consistencia interna, de las cuales miden su precisión de los ítems del fenómeno de estudio.

Para nuestro estudio se medirá con el Alpha de Cronbach. Se mide la confiabilidad, obteniendo así un índice donde se estudia la magnitud en que los datos del instrumento están armonizados (Celina y Campos, 2005).

3.5. Procedimientos

En el presente informe investigación se realizó un plan para la recolección de datos en la cual tuvo por objetivo diseñar un plan de mantenimiento usando sistema de información de mantenimiento para mejorar la productividad de la empresa INDECO S.A.

Las fuentes de la recolección de los datos son las maquinas extrusoras ubicadas en el área de producción de la empresa INDECO S.A, localizada en el Cercado de Lima, utilizando los métodos de investigación de la observación y el estudio de la documentación, utilizando los instrumentos de obtención de la información, las fichas de observaciones y fichas técnicas de las maquinarias.

Siendo las variables a medir el diseño del Plan de mantenimiento usando el sistema de información y la productividad. Las dimensiones medibles son la disponibilidad, confiabilidad y la mantenibilidad de las maquinas extrusoras; la eficiencia y la eficacia del plan de mantenimiento.

La muestra es 6 máquinas extrusoras. Este procedimiento de recolección de datos ha sido financiado por recursos propios de los investigadores en el tiempo de recolección de un mes.

3.6. Método de Análisis de Datos

Ortiz (2012), mencionó que “El estudio de los datos es el manejo de sucesos y cantidades para conseguir cierta data a través de técnicas y métodos que al indagador después le facilitarán tomar una resolución” (p.135).

En el presente informe de investigación el análisis de datos se realizó mediante un enfoque cuantitativo, es decir, los datos que han sido recolectados se podrán expresar cuantitativamente y para interpretar será necesario grafico que nos permitan analizar de manera más comprensiva. Para ello se empleó el programa estadístico como SPSS 25, y el software de sistema de Información de Mantenimiento

EMAIN, los cuales se utilizó para el diseño del plan de mantenimiento preventivo, y el análisis de la prueba de hipótesis.

3.7. Aspectos Éticos

Los datos que se exponen en esta investigación, han sido de forma verídica, sosteniendo el respeto por la propiedad intelectual de los creadores que contribuyen en el presente informe de investigación, y la confidencialidad de los datos y registros de las empresas que solamente se utilizará con fines de investigación y/ académico

IV. RESULTADOS

4.1. Diagnóstico de la maquinaria en el área de producción

Las inspecciones de mantenimiento realizadas en el área de producción de cables conductores eléctricos de la empresa INDECO S.A. durante el periodo de un mes, en un turno de 8 horas de lunes a viernes, nos permitió obtener la siguiente información:

TABLA 2: DIAGNÓSTICO INICIAL – CONFIABILIDAD – MANTENIBILIDAD – DISPONIBILIDAD
(ANÁLISIS EN UN TURNO DE 8 HORAS)

Nº	MAQUINARIA	CONFIABILIDAD (horas)	MANTENIBILIDAD (horas)	DISPONIBILIDAD
1	Estrusora 1	3	3	0.50
2	Estrusora 2	4	6	0.40
3	Estrusora 3	3	5	0.38
4	Estrusora 4	2	5	0.29
5	Estrusora 5	4	5	0.44
6	Estrusora 6	3	5	0.38

Fuente: Elaboración propia

Se evidencia en la Tabla 2, que en la Extrusora 1 se presenta una confiabilidad de 3 horas y se requiere una mantenibilidad de 3 horas, lo que nos permite contar con una disponibilidad de 0.5; en la Extrusora 2 tiene una confiabilidad de 4 horas y requiere una mantenibilidad de 6 horas resultando así una disponibilidad de 0.40; en la Extrusora 3 tiene una confiabilidad de 3 horas y requiere una mantenibilidad de 5 horas obteniendo así una disponibilidad 0.38; en la Extrusora 4 presenta una confiabilidad de 2 horas y se requiere 5 horas de mantenibilidad, resultando una disponibilidad de 0.29; en la Extrusora 5 tiene una confiabilidad de 4 horas y se necesita 5 horas de mantenibilidad consiguiendo así una disponibilidad de 0.44; y en la Extrusora 6 se presenta una confiabilidad de 3 horas y se necesitó 5 horas de mantenibilidad lo cual generó un valor de 0.38 de disponibilidad

TABLA 3: DIAGNÓSTICO INICIAL - EFICIENCIA

N°	Metas Alcanzadas	Metas Totales	Eficiencia
1	22	30	0.733

Fuente: Elaboración propia

TABLA 4: DIAGNÓSTICO INICIAL - EFICACIA

N°	Tarea Correctas	Tareas Totales	Eficacia
1	135	180	0.750

Fuente: Elaboración propia

TABLA 5: DIAGNÓSTICO INICIAL – PRODUCTIVIDAD

Productividad = Eficiencia x Eficacia
Productividad
0.550

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se recopiló información sobre la productividad de la producción de cables conductores en base a la eficiencia y eficacia y se determinó que para la eficiencia se trazó un total de metas igual a 40, de las cuales se lograron alcanzar 25, generando así un valor para la eficiencia de 0.675; y para la eficacia se estableció un total de tareas de 90 de las cuales se ejecutaron correctamente 68, obteniendo así un valor de 0.756 para la eficacia. Los resultados obtenidos de la eficiencia = 0.675 (Tabla 3) y la eficacia = 0.756 (Tabla 4) nos permitieron obtener la productividad con un valor de 0.510 (tabla 5).

4.2. Desarrollo del diseño del plan de mantenimiento preventivo usando el sistema de información

A continuación, se presenta al detalle el plan de mantenimiento preventivo utilizando el sistema de información.

4.2.1. Sistema de información

Para desarrollar el sistema de información de mantenimiento preventivo se utilizará el software EMAINT, en el cual se manejará la base de datos de la información de mantenimiento y a tiempo real los registros minutos a minuto de operación y de mantenimiento de equipos, los cuales son: tiempo de fallas y reparaciones, tiempos administrativos y demora, y tiempo de suministros, en el cual se determinará la disponibilidad. El software tiene los índices e indicadores señalados en la matriz de Operacionalización de variables.

El software de mantenimiento se tiene que integrar y a la vez debe ser compatible con el sistema de información del SAP de la empresa INDECO S.A. Este software nos proporcionará pronóstico de datos de tiempos, repuestos con respecto a la maquinaria del área de producción. Se propone la adquisición del hardware respectivo que son 8 laptops, 12 tablets y un servidor con su respectivo cableado y estructurado. Concretar con el proveedor la capacitación y soporte del sistema de información. La implementación del software debe tener un periodo de prueba de 3 meses antes de su implementación. El responsable de este software será el jefe de mantenimiento o quien corresponda.

4.2.2. Plan de mantenimiento preventivo

4.2.2.1. Objetivo DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

El objetivo principal del presente plan es determinar en qué medida el diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en el sistema de información de mantenimiento mejora la productividad en el área de energía de la empresa de cables eléctricos INDECO S.A. 2019.

4.2.2.2. Alcance

El plan de mantenimiento preventivo se aplica a las 6 máquinas extrusoras de la empresa INDECO S.A.

4.2.2.3. Responsables

Gerencia de producción de INDECO S.A.

Jefe de área de mantenimiento

Especialista en mantenimiento mecánico

Especialista en mantenimiento eléctrico

Jefe de talleres

Técnicos (12)

4.2.2.4. Equipos y herramientas

Todos los requeridos y necesarios para desarrollar las tareas tanto las de mantenimiento como las que involucran reparación.

4.2.2.5. Desarrollo

a) Principio del mantenimiento preventivo

Con el propósito de fabricar productos con el modelo de calidad que se requiere en el mercado se ha desarrollado este plan de mantenimiento preventivo, en el cual se establecerán todos los pasos e instrucciones para el desarrollo óptimo del mantenimiento.

b) Relevancia del plan de mantenimiento

El presente plan es importante, ya que se busca prever la ocurrencia de las fallas que puedan presentar los equipos del área de fabricación, accesorios para el desarrollo de la producción, daños o desgaste en general. El cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo es uno de los elementos

más importantes para la continuación en las actividades de fabricación en la empresa.

c) Medidas de seguridad

Las operaciones de mantenimiento preventivo de las máquinas deben ser ejecutadas por personal capacitado y entrenado para dicha actividad. Para lo cual se debe contar con equipos de protección personal (guantes, protectores auditivos, faja lumbar, protectores faciales, entre otros); el óptimo uso de estos equipos de cuidado personal se hará conforme a lo señalado en sus propios catálogos o instructivos, en el caso del uso de líquidos que representen un peligro por exposición o contacto, se deberán utilizar conforme a lo señalado en las fichas técnicas de los mismos.

Siempre se deberá tener en cuenta que los equipos deben estar apagados y desconectados de la corriente eléctrica al momento de desarrollarse el mantenimiento.

d) Programa de mantenimiento

El programa de mantenimiento se aplicará al área de producción de cables conductores eléctricos de INDECO S.A. Siendo aprobado por la Gerencia de producción, considerando 6 máquinas extrusoras. El programa presenta un formato de calendarización de los mantenimientos preventivos que se ejecutarán a cada una de las 6 máquinas extrusoras (anexo N°4 punto d). A su vez cada máquina extrusora contará con su ficha de mantenimiento preventivo, en la que se detallará las acciones que se ejecutarán en un lapso de tiempo establecido (Anexo N°4 punto c). Las 6 máquinas extrusoras poseerán su hoja de vida (Anexo N°4 punto a), en la que se llevará el registro de los mantenimientos o reparaciones que se ejecuten. Será responsabilidad del jefe de mantenimiento con el especialista en mantenimiento mecánico y el especialista en mantenimiento eléctrico del área de producción de cables conductores eléctricos de INDECO S.A. llevar un adecuado

inventario y registros de los acontecimientos que se presenten en cada máquina extrusora.

Todas las reparaciones que se necesiten o sean requeridas, se realizarán mediante una orden de trabajo (Anexo N°4 punto b), las cuales se deberán entregar al jefe de mantenimiento del área de producción de cables conductores eléctricos de INDECO S.A., quien pedirá la autorización, aceptación de recursos previo a la ejecución del trabajo y determinará quién será la persona que realizará la tarea, informado a la persona que realizó la solicitud el estado de su pedido.

4.2.2.6. Actividades del mantenimiento preventivo:

a) Mantenimiento al Sistema Eléctrico de los motores eléctricos. Manifestación, orígenes y conclusión. El motor no funciona, es posiblemente ocasionado por dilemas en la línea, por ejemplo, el movimiento en una etapa del arrancador. Inspeccionar la fuente que lo alimenta, protectores de sobrecarga, fusibles, controladores, entre otros.

Recalentamiento del motor por sobrecarga, contrastar el amperaje calculado con el valor que se muestra en la placa. Ubicar y retirar lo que genera el rozamiento excesivo en el motor o la carga. Marcha con una fase, inspeccionar si la corriente en todas la fases, separar y solucionar el dilema, inspeccionar el voltaje de ingreso el cada fase que presente el motor. El devanado del estator está abierto, verificar si la resistencia del estator en las 3 etapas se encuentra equilibrada. Devanado colocado a tierra, realice una evaluación dieléctrica y ejecute las reparaciones correspondientes.

Conexiones mal hechas.

Verificar el alineamiento.

Eliminar el exceso de grasa y limpieza en los cojinetes.

Análisis de Vibraciones.

b) Mantenimiento en cajas reductoras de la extrusora de película tubular en un periodo de 6 meses e inspección cada 3 meses, en la cual se realizará las siguientes actividades:

- 1) Análisis de grasas lubricantes es cuando se estudia de forma visual la grasa obtenida de la caja posterior de un cambio, se si ve un brillo y restos de tipo metálicos, es señal que dentro de esta generando deterioros.
- 2) Análisis de las agitaciones, se ejecutan mediante procedimientos visuales, auditivos, y de tiento; así mismo, hay estudios mediante rayos infrarrojos, entre otros.
- 3) La polea se acomoda a un eje a través de unas chavetas, el eje tiene que ser engrasado con el fin de que no se acople la polea al eje. Este procedimiento, la caja reductora es instalada al motor, el encaje también tiene que ser aceitado con grasa, y en ningún caso se debe sobrepasar la carga que detalla el fabricante.
- 4) Las permutaciones de aceites se deben ejecutar cada 3 000 horas de operatividad, comúnmente se emplean aceites minerales, pero siempre teniendo en consideración lo que señale el fabricante; se tiene que inspeccionar que el grado de aceite sea el óptimo. Cuando se ejecute el cambio de aceite se debe apagar el equipo, retirar el tapón que sirve de drenaje y desechar todo el aceite cuando este se encuentre a una temperatura alta, debido a que así fluirá sin mayores problemas, agitar todos los residuos que se puedan encontrar en el fondo, limpiar y poner el tapón de drenado; verter el nuevo aceite lubricante en la caja hasta el nivel que este establecido, poner en marcha la máquina alrededor de 5 minutos, luego apagar y seguidamente verter el aceite lubricante hasta el nivel que se indique. Si el planteamiento de la caja reductora tuviese un filtro de aceite quitarlo y reemplazarlo por otro nuevo en cada cambio de aceite lubricante.

c) Mantenimiento en el sistema eléctrico (cada 3 meses):

- 1) Revisar líneas de fuerza del tablero, que estén correctamente ajustados y cables se deben encontrar a bajas temperaturas.
- 2) Revisar el óptimo contacto, buen estado y la temperatura de los fusibles.
- 3) Quitar la alimentación de la tarjeta, sacarla y revisar componentes.
- 4) Limpiar el gabinete del tablero, teniendo en cuenta no causar un exceso de polvo.
- 5) Aplicar limpiador electrónico para limpiar las tarjetas.
- 6) Realizar las conexiones en su lugar respectivo.
- 7) Prender el equipo y revisar que funcione adecuadamente el tablero.

d) Mantenimiento en el sistema de extrusión (cada 6 meses):

- 1) Sacar la materia prima de la tolva, no permitir que la máquina funcione sin suministro de materia prima.
- 2) Poner a 0 RPM, los potenciómetros de los motores.
- 3) Cortar la alimentación de corriente de los motores.
- 4) Poner a calentar la máquina a unos 275 C° durante 15 minutos, para facilitar el desarme de esta.
- 5) Apagar los pirómetros.
- 6) Apagar todos los interruptores y el FLIP-ON.
- 7) Corta el suministro de agua si la extrusora tiene un sistema de enfriamiento.
- 8) Trabajar con la extrusora en caliente porque esto ayuda al desarme de la misma, tener accesorios que nos brinden seguridad industrial adecuada.
- 9) Desconectar dispositivos eléctricos y enumerar las posiciones de cada uno donde se encontraban.
- 10) Retirar el anillo.
- 11) Retirar el molde, desatarlo y optar por limpiarlo con una espátula de cobre, luego con un cepillo de bronce.

- 12) Retirar el filtro y límpielo.
- 13) Retirar el husillo ubicado en la parte interna del cañón y limpiarlo. No emplear elementos que puedan causar daños como ralladuras en las partes internas de la extrusora.
- 14) Luego de limpiar el molde, cañón, filtro y husillo pulir las piezas.
- 15) Lubricar el husillo con una capa delgada de grasa y guardar en un área libre de humedad para evitar corrosión, si no va a ensamblarlo enseguida.
- 16) Remover la suciedad de las resistencias y revisar que tenga un buen contacto.
- 17) Los tamices deben cambiarse.
- 18) Armar.
- 19) Conectar cables y termocuplas.

El Mantenimiento a la estructura de extrusión, se reparte en husillo, filtro y dado. Se debe inspeccionar las dimensiones del cañón cada vez que se ejecute la tarea de mantenimiento, calculando y tomando nota los valores resultantes. Verificar si existen daños, desgaste o astillas, el rango para el mantenimiento del cañón se debe ejecutar cada 2 500 horas de actividad, el interior debe ser limpiado e inspeccionado con una lámpara, verificar las juntas de salida y retocarlas de ser el caso. Cuando se cambie el cañón también se tiene que realizar el husillo.

4.3. Presupuesto del plan de mantenimiento

En coordinación de la Gerencia de Producción, la Gerencia de Administración y Finanzas INDECO S.A. tiene un presupuesto en la partida de mantenimiento para todas sus instalaciones 2 millones de soles anuales, las cuales no se ejecutan al 100%; por lo tanto, se muestra a continuación el detalla del presupuesto del plan de mantenimiento:

Detalle	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1. Sistema de información				S/. 135,570.00
Laptop	Unid.	8	S/. 8,299.00	S/. 66,392.00
Tablet	Unid.	12	S/. 1,399.00	S/. 16,788.00
Servidor	Unid.	1	S/. 29,990.00	S/. 29,990.00
Licencias	Unid.	20	S/. 420.00	S/. 8,400.00
Mano de obra	Unid.	2	S/. 3,000.00	S/. 6,000.00
Entrenamiento	Unid.	1	S/. 6,000.00	S/. 6,000.00
Personal de mantenimiento	Unid.	1	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00
Servicios (electricidad, internet)	Unid.	1	S/. 50,000.00	S/. 50,000.00
2. Plan de mantenimiento preventivo				S/. 113,967.50
Implementación		1	S/. 20,000.00	S/. 20,000.00
Personal de mantenimiento		1	S/. 40,900.00	S/. 40,900.00
Adquisición de repuestos y suministros		1	S/. 27,012.50	S/. 27,012.50
Herramientas y medios técnicos		1	S/. 8,000.00	S/. 8,000.00
Contratación por servicio de terceros		1	S/. 3,055.00	S/. 3,055.00
Seguros		1	S/. 9,000.00	S/. 9,000.00
Imprevistos		1	S/. 6,000.00	S/. 6,000.00
COSTO TOTAL				S/. 249,537.50

Fuente: Elaboración propia

Conforme a al presupuesto anual de mantenimiento INDECO S.A., el Plan de Mantenimiento es viable.

4.4. Capacitación del personal

Para finalizar este proyecto, se realizó una capacitación en la empresa presencia de todos los empleados de la misma. A manera de exposición se relacionó a cada asistente con la importancia de la metodología del mantenimiento preventivo, se dio a conocer los trabajos realizados y como se debían seguir ejecutando. Además, se

familiarizó al encargado de mantenimiento con el software de administración del mantenimiento, haciéndolo participe de dicha gestión, dándole las herramientas para poder usar el programa e introducirlo a sus labores cotidianas. Debido a que los procesos que tenía la empresa eran netamente correctivos, se recalcó ante los directamente involucrados con el departamento de mantenimiento que los resultados de esta metodología no se verían a corto plazo y que era de vital importancia seguir las indicaciones dadas para que a un mediano plazo se vieran reflejados los beneficios.

4.5. Análisis e interpretación

En el presente informe de investigación se estudió, analizó y desarrolló el “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo usando sistema de información de mantenimiento para incrementar la productividad en la empresa de cables INDECO S.A.”, es por ello que se desarrolló la estimación de ejecutarse este plan, se muestra a continuación:

TABLA 6: ESTIMACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL PLAN RESPECTO A LA CONFIABILIDAD - MANTENIBILIDAD - DISPONIBILIDAD

N°	MAQUINARIA	CONFIABILIDAD (horas)	MANTENIBILIDAD (horas)	DISPONIBILIDAD
1	Extrusora 1	2	0.4	0.83
2	Extrusora 2	2.5	0.5	0.83
3	Extrusora 3	2	0.2	0.91
4	Extrusora 4	1.5	0.3	0.83
5	Extrusora 5	2	0.5	0.80
6	Extrusora 6	2	0.3	0.87

Fuente: Elaboración propia

TABLA 7: ESTIMACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL PLAN RESPECTO A LA EFICIENCIA

N°	Metas Alcanzadas	Metas Totales	Eficiencia
1	28	30	0.933

Fuente: Elaboración propia

TABLA 8: ESTIMACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL PLAN RESPECTO A LA EFICIENCIA

N°	Tarea Correctas	Tareas Totales	Eficacia
1	169	180	0.939

Fuente: Elaboración propia

TABLA 9: ESTIMACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL PLAN RESPECTO A LA PRODUCTIVIDAD

Productividad = Eficiencia x Eficacia
Productividad
0.876

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 6, se observa el resultado estimado obtenido con relación a la aplicación del plan de mantenimiento preventivo usando un sistema de información de mantenimiento para incrementar la productividad en la empresa de cables INDECO S.A., en la cual se determinó en base a 6 máquinas extrusoras, en las que se estudió y analizó la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de cada una de las máquinas extrusoras obteniendo la siguiente información: en la Extrusora 1, la confiabilidad es de 2 horas y la mantenibilidad de 0.4 horas, lo cual nos resultó un valor de 0.83 como disponibilidad; en la Extrusora 2, la confiabilidad es de 2.5 horas y la mantenibilidad de 0.5 horas, lo cual nos resultó un valor de 0.83 como disponibilidad; en la Extrusora 3, la confiabilidad es de 2 horas y la mantenibilidad de 0.2 horas, lo cual nos resultó un valor de 0.91 como disponibilidad; en la Extrusora 4, la confiabilidad es de 1.5 horas y la mantenibilidad de 0.3 horas, lo cual nos resultó un valor de 0.83 como disponibilidad; en la Extrusora 5, la confiabilidad es de 2 horas y la mantenibilidad de 0.5 horas, lo cual nos resultó un valor de 0.80 como disponibilidad; y en la Extrusora 6, la confiabilidad es de 2 horas y la mantenibilidad de 0.3 horas, lo cual nos resultó un valor de 0.87 como disponibilidad. En la Tabla 7, muestra la estimación de la aplicación del plan respecto

a la eficacia, para lo cual se tuvo como metas totales la cantidad de 30 y las metas que se alcanzaron fueron de 28, lo cual nos da un valor de 0.933 como resultado de la eficiencia. En la Tabla 8, se muestra la estimación de la aplicación del plan respecto a la eficacia, en la que determinó como tareas totales una cantidad de 180 y las tareas que se ejecutaron correctamente fueron 169, lo cual nos da un valor de 0.939 para la eficacia. Una vez obtenidos los resultados de la eficiencia y la eficacia, procedemos a determinar la productividad, en esta oportunidad de determinará como el producto de ambos valores obtenidos, lo cual nos resulta una productividad de 0.876. Obteniendo así un incremento de la productividad al ejecutar el plan de mantenimiento preventivo usando un sistema de información de mantenimiento para incrementar la productividad en la empresa de cables INDECO S.A., respecto al valor de la productividad que se determinó en el diagnóstico inicial que presentó un valor de 0.550.

V. DISCUSIÓN

Primera discusión

Los resultados que se alcanzaron en el presente informe de investigación tienen correspondencia con la del investigador Ruiz Pinzón, José Daniel (2015), en su estudio “Implementación de un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la Empresa INVERGLOBAL INC LTDA.”, en la cual, en la que buscó diseñar y aplicar el programa de mantenimiento preventivo con el propósito de asegurar el correcto funcionamiento a escalas de eficiencia óptima. Con lo que logró determinar que con la aplicación de su plan de mantenimiento el mejoramiento de la capacidad operativa de los cuatro equipos que fueron estudiados, en la cual coincide con el presente informe de investigación, pero en la investigación falta la medición de desempeño del sistema de mantenimiento. Bendezú B., A. (2017), en su investigación señaló la aplicación del plan de mantenimiento preventivo incremento de la productividad 15.04% comparación a nuestro informe de investigación se estima un incremento de la productividad de 32.6%, a la cual es el doble con respecto al antecedente, además no utiliza el sistema de información de mantenimiento herramienta fundamental del plan de mantenimiento preventivo.

Segunda discusión

En los antecedentes internacionales **Sierra A., G. (2004) y Valdés A., J. y San Martín P., E. (2009)** no realizó la estimación de la eficiencia de su plan y/o de su diseño de la investigación en la cual es fundamental para analizar sus resultados y el impacto que sucede en sus respectivas empresas en relación con la competencia, en la cual nuestro informe de investigación se estimó que la eficiencia alcanzará a un 93.3% , debido que Indeco tiene proyección de mejorar su competitividad en el mercado. En el antecedente de Bendezú Bazán, Ángela Gabriela (2017), presenta correspondencia con el estudio que se realizó; ya que, determinó si la productividad mejoró en el proceso de extrusión del área de producción

de Industrias Plásticas MARPLAST SAC, con la aplicación del mantenimiento preventivo, con un incremento de la eficiencia en 10.46% realizando comparativo al presente informe investigación se estima con el diseño del plan de mantenimiento un incremento de la eficiencia del 20% en la cual duplica en la implementación de su investigación.

Tercera discusión

En la investigación ejecutada se concuerda con Arias Ulloa y Vargas Zúñiga; ya que, en su estudio buscaron diseñar un programa de mantenimiento preventivo para la empresa productora de hormigón premezclado, llegando a determinar que la implementación del programa asegura un 85% de la confiabilidad de los equipos o su seguridad de funcionamiento, en la cual coincide con la presente investigación que mejora la disponibilidad de las 6 máquinas extrusoras en un 85%. En los antecedentes Cruz R., F. (2017) y Bendezú B., A. (2017) el resultado de su incremento de la eficacia es 8.31% y 23.20%, en la cual solamente coincide con la Bendezú B., A. por qué estimamos en nuestra investigación el incremento de la eficacia en un 18.9% , la cual es más próxima a la aplicación del plan de mantenimiento preventivo en la cual también hay que considerar la inversión de S/. 249 537.60 que está dentro del presupuesto de la empresa Indeco, en relación con el antecedente Cruz R., F su incremento de la eficacia es muy bajo considerando que hay realizar una inversión, también se debe observar su plan de plan de mantenimiento no va tener el impacto adecuado para la competitividad de su organización.

VI. CONCLUSIONES

Primera conclusión

Se determina que el diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en un sistema de información de mantenimiento mejora la productividad en el área de producción de cables eléctricos; ya que, en el diagnóstico inicial realizado se obtuvo una productividad igual a 0.550, y posterior a la aplicación del plan determinó una productividad de 0.876, lo cual evidencia que la productividad incrementó en un 32.6%.

Segunda conclusión

Se determina que el diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en un sistema de información de mantenimiento mejora la eficiencia en el área de producción de cables eléctricos, en la evaluación inicial se determinó que la eficiencia tenía un valor de 0.733, y posterior a la aplicación del plan obtuvimos una eficiencia igual a 0.933, lo que significa un aumento de la eficiencia en un 20%.

Tercera conclusión

Se determina que el diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en un sistema de información de mantenimiento mejora la eficacia en el área de producción de cables eléctricos, previo a la aplicación del plan se calculó un valor para la eficacia de 0.75, y con la aplicación de plan se obtuvo un valor para la eficacia de 0.939, lo que significa un aumento del 18.9%.

VII. RECOMENDACIONES

Primera recomendación

Se recomienda presentar Gerencia de Producción de la empresa INDECO S.A. El diseño de un plan de mantenimiento preventivo usando un sistema de información de mantenimiento; ya que, con la implementación del diseño la productividad muestra un incremento importante del 32.6% en el área de producción de cables eléctricos, lo cual representará un gran beneficio para la empresa.

Segunda recomendación

Se recomienda aplicar los instrumentos de recolección de datos que se encuentran en el presente informe de investigación, en el área de producción de cables eléctricos, con los cuales se podrá recopilar información importante del mantenimiento de las máquinas extrusoras, y así poder trabajar en las metas totales programadas para alcanzar la eficiencia óptima.

Tercera recomendación

Se recomienda inspeccionar periódicamente el avance del desarrollo de las tareas correctas que se llevan a cabo en el área de producción de cables eléctricos de la empresa INDECO S.A., con el propósito de poder cumplir con las tareas totales planificadas, y así poder mantener los niveles de eficacia dentro de lo esperado.

REFERENCIAS

- Ángel Daniel, L. M., Stalin Eduardo, N. S., Cristian David Redrobán Dillon, Edison Fernando Calderón Freire, Alex Giovanni Tenicota García, & Cesar Daniel, A. T. (2018). *Approach to a conceptual analysis of the maintenance process in the industrial environment. Dilemas Contemporáneos : Educación, Política y Valore, I(1)* Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/2247181427?accountid=37408>
- Ángel Arias Ulloa, C., & Vargas Zúñiga, Á. (2009). "Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para una industria productora de hormigón pre mezclado.
- Bendezú Bazán , A. G. (2017). *Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en el proceso de extrusión del área de producción de Industrias Plásticas Marplast SAC, Lima, 2017.* Lima.
- Buevas, C. E., & Martinez, K. J. (2014). *Elaboración de un Plan de Mantenimiento Preventivo para la Maquinaria Pesada de la Empresa L & L.Barranquilla.* Barranquilla.
- Carro Paz, R., & Gónzales Gómez , D. (2012). *Administración de la Calidad Total.* Universidad Nacional de Mar de Plata.
- Comercio, E. (2014, Mar 08). *Un mantenimiento seguro de su maquinaria. El Comercio* Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1526001290?accountid=37408>
- Chusin, E. O. (2008). *Mantenimiento Industrial.* Ecuador.
- Creus, A. (1992). *Instrumentación Industrial.* Alfaomega.
- Cuatrecasas, L., & Gónzales Babón, J. (2017). *Gestión Integral de la Calidad.* Barcelona: PROFIT.
- Duffa, Raouf, & Dixon. (2000). *Sistemas de mantenimiento .* LIMUSA WILEY.

- E.T. NEWBROUGH. (1997). *Administración De Mantenimiento Industrial*. México: DIANA.
- EL_TIEMPO - Casa Editorial, El Tiempo. (2011). *Revisión técnica y mantenimiento preventivo*. *Portafolio*, Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/897017663?accountid=37408>
- emaint. (febrero de 12 de 2020). *emaint*. Obtenido de emaint: https://emaint.fluke.com/cmms-ppc-brand-cmms-es-0518-lp?cidn=cmms-ppc-brand-cmms-es&ls=esp+ppc&ctype=ppc&utm_source=google&utm_medium=ppc&utm_campaign=emaint&gclid=CjwKCAjwztL2BRATEiwAvnALcnrWA_ejpQOLJqyUKlgH9WI3d2hi3ycpM_I4Sd5VSr81ALc7oM21nxoC6nMQAvD_BwE
- Escalante, A., & Gonzáles, J. (2015). *Ingeniería Industrial - Métodos y Tiempos de Manufactura Ágil*. Colombia: Alfaomega.
- Escobar, C. (2017). *Aplicación de Mantenimiento Preventivo para mejorar la productividad en la elaboración de alimentos balanceados de la empresa Corporación Kompano S.A.C., Puente Piedra, 2017*. Lima.
- Espinosa, F. F., Dias, A., & Salinas, G. E. (2012). *Un procedimiento para evaluar el riesgo de la innovación en la gestión del mantenimiento industrial/A procedure for assessing the risks of innovation in the management of industrial maintenance*. *Ingeniare : Revista Chilena De Ingeniería*, 20(2), 242-254. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1266029881?accountid=37408>
- Fonseca-Junior, M., Holanda-Bezerra, U., Cabral-Leite, J., & Reyes-Carvajal, T. (2015). *Maintenance management program through the implementation of predictive tools and TPM as a contribution to improving energy efficiency in power plants*. *Dyna*, 82(194), 139. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1755262863?accountid=37408>
- García Garrido, S. (10 de Diciembre de 2019). *Renovetec*. Obtenido de Renovetec: <http://mantenimiento.renovetec.com/plan-de-mantenimiento>

- García, S. (2003). *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*. Madrid.
- Gonzales Gúzman, J. L. (2016). *Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de Producción en la Empresa Latercer S.A.C.* Chiclayo.
- Guerra-López, E., & Alexis Montes de Oca-Risco. (2019). *Relationship between the productivity, the maintenance and the replacement in the large mining. Boletín De Ciencias De La Tierra, (45), 14-21. doi:http://dx.doi.org/10.15446/rbct.n45.68711*
- Gutierrez Garza, G. (2000). *Justo a Tiempo y Calidad Total, Principios y Aplicaciones*. Monterrey - Nueva León: Ediciones Castillo S. A. de C. V.
- Gutierrez Pulido, H. (2014). *Calidad y Productividad*. MCGRAW HILL.
- Guevara, W., Andrónico Valera Cárdenas, & July Andrea Gómez Camperos. (2015). *Metodología para evaluar el factor confiabilidad en la gestión de proyectos de diseño de equipos industriales. Tecnura, 19, 129-141. doi:http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.SE1.a11*
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones*. México: PEARSON.
- Jose M(a), C. F., Laura, G. T., & Losilla, C. B. (2002). *Optimization of replacement stocks using a maintenance programme derived from reliability studies of production systems. Industrial Management & Data Systems, 102(3), 188-196. doi:http://dx.doi.org/10.1108/02635570210423226*
- KNEZEVIC, J. (1996). *Mantenibilidad*. Madrid.
- Leal, J. A. B., & Espinosa, J. C. M. (2018). *Modelo para detección y simulación de fallas bajo la gestión de mantenimiento y proyectos. Informador Técnico, 82(1), 11-25. doi:http://dx.doi.org/10.23850/22565035.1366*
- Mantenimiento Preventivo Junio. (2020). (). *Costa Mesa: Experian Information Solutions, Inc. Retrieved from ProQuest Central Retrieved from https://search.proquest.com/docview/2309464616?accountid=37408*

- Mayra Alexandra Víscaíno Cuzco, Sergio Raúl Villacrés Parra, César Marcelo Gallegos Londoño, & José Hernán, N. C. (2019). *Assessment of the maintenance management in hospitals of the ecuadorian institute of social security of zona 3 of ecuador*. *Ingenius*, (22), 59-71. doi:<http://dx.doi.org/10.17163/ings.n22.2019.06>
- MEJÍA OSPINA, L. A., DIANA CAROLINA, U. P., & JORGE RASHID PÉREZ, P. (2016). *ANÁLISIS DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN UN SISTEMA PRODUCTIVO DE ETIQUETAS TERMO-ENCOGIBLES, POR MEDIO DE CADENAS DE MARKOV*. *Revista De Ingeniería, Matemáticas y Ciencias De La Información*, 3(6) doi:<http://dx.doi.org/10.21017/rimci.2016.v3.n6.a11>
- Menor costo operativo y de mantenimiento con InsightCM(TM) de NI y la tecnología del internet industrial de las cosas: *NI lanza una solución mejorada y en línea para monitorizar y cumplir los requisitos de mantenimiento de todos sus activos*. (2016, Apr 26). *Business Wire En Español* Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1784112685?accountid=37408>
- Mora Gutiérrez, L. A. (2009). *Mantenimiento. Planeación, ejecución y control*. México: Alfaomega.
- Prando, R. (1996). *Manual de Gestión de Mantenimiento a la Medida*. San Salvador.
- Ruiz Pinzón, J. D. (2009). *Implementación de un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la Empresa Inverglobal INC LTDA*. Barrancabermeja.
- Sacristán, F. R. (2014). Elaboración y optimización de un plan de mantenimiento preventivo. *Técnica Industrial*, 41.
- Salazar, B. (19 de Noviembre de 2017). *Ingeniería Industrial Online*. Obtenido de Ingeniería Industrial Online: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com>.
- Sierra Alvarez, G. A. (2004). *Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica industrias AVM S.A*. Bucaramanga.
- Suzuki, T. (1994). *TPM en Industrias de Procesos*. Productivity Press.

- Valdes Atencio, J. L., & San Martín Pacheco, E. A. (2009). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo-predictivo aplicado a los equipos de la empresa Remaplast*. Cartagena de Indias.
- Vicente Mera, M. (2016). *Gestión del mantenimiento preventivo en la flota de camiones para mejorar la productividad en la empresa Cristo Milagroso Operador Logístico E.I.RL.*, Lima, 2016. Lima.
- Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., & Crespo, A. (2013). *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo/Proposal of a maintenance management model and its main support tools*. *Ingeniare : Revista Chilena De Ingenieria*, 21(1), 125-138. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1367082676?accountid=37408>
- Yokogawa desarrolla los medidores de flujo electro magnéticos AMDAG total insight: -optimización de operaciones y reducción de los costos de mantenimiento en todas las fases del ciclo de vida del producto-. (2017, May 12). *Business Wire En Español* Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1897622357?accountid=37408>

ANEXOS

Anexo 3: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	Instrumentos	ESCALA DE MEDICIÓN
Independiente	Es un documento en el cual contiene el conjunto de tareas o actividades de mantenimiento programado que se llevan a cabo para asegurar niveles de disponibilidad de los equipos. (García, 2003)	Es el conjunto de tareas preventivas a realizar en una instalación con el fin de cumplir unos objetivos de disponibilidad, de fiabilidad, de coste y con el objetivo final de aumentar al máximo posible la vida útil de la instalación. (García Garrido, 2019)	Sistema de Información	Nivel de implementación	Ficha de observación Reporte de mantenimiento	Nominal
Plan de mantenimiento preventivo			Confiabilidad	$C = \frac{\text{Eventos de falla por estudiar}}{\text{Nº total de eventos posibles}}$ (Mora Gutiérrez, 2009)	Ficha técnica de confiabilidad	
			Mantenibilidad	Modelo de estimación de Kaplan- Meier $K-M = 1 - \prod_{j=1}^N \frac{N-j}{N-j+1}$ (Mora Gutiérrez, 2009).	Ficha de mantenibilidad	
			Disponibilidad	$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Confiabilidad}}{\text{Confiabilidad} + \text{Mantenibilidad}}$ (Mora Gutiérrez, 2009)	Informe de fallas	
Dependiente	Es la relación con los resultados que se consiguen en un procedimiento o método, por lo cual se busca obtener un aumento del rendimiento, teniendo en cuenta los recursos que se emplearon para conseguirlo. (Gutierrez Pulido, 2014)	Es la relación entre el incremento de mantenimiento realizado y el incremento en la cantidad de los factores productivos para generar servicios de mantenimiento (Mora , 2011)	Eficiencia	$\frac{\text{Metas alcanzadas}}{\text{Metas totales}} \times 100$	Reporte de eficiencia	
Productividad			Eficacia	$\frac{\text{tareas de mantenimiento realizadas correctamente}}{\text{total de tareas de mantemiento}} \times 100$	Reporte de eficiencia	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Instrumento de recolección de datos

a) Hoja de vida de equipos

HOJA DE VIDA DE EQUIPOS	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
DETALLE	CARACTERÍSTICAS
NOMBRE DEL EQUIPO	
MODELO	
SERIE	
FABRICANTE Y LUGAR DE ORIGEN	
FECHA DE ADQUISICIÓN	
NOMBRE DEL PROVEEDOR - DIRECCIÓN	
REQUISITOS E INDICADORES OTORGADAS POR EL FABRICANTE	
MANTENIMIENTO INDICADO POR EL FABRICANTE	
CALIBRACIÓN (Tipo y periodicidad)	
GARANTÍA	Fecha de inicio: Fecha de fin:
FECHA DE REGISTRO:	

Fuente: PLASTIBARRANCA

b) Hoja de órdenes de trabajo de mantenimiento

ÓRDEN DE TRABAJO			N° DE ORDEN DE TRABAJO:	
TIPO DE ORDEN		SOLICITANTE		
EQUIPO				
FECHA DE SOLICITUD		MOTIVO DE SOLICITUD		
HORA DE SOLICITUD				
FECHA DE INICIO		FECHA DE FINALIZACIÓN		
HORA DE INICIO		HORA DE FINALIZACIÓN		
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO				
MANO DE OBRA				
NOMBRE DEL TÉCNICO	OFICIO	COSTO HORA	COSTO M.O.	
REPUESTOS				
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD Y UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL

Fuente: GAD Municipalidad del cantón Cantamayo

c) Ficha de mantenimiento preventivo para cada máquina

FICHA DE MANTENIMIENTO					
NOMBRE DEL EQUIPO:					
TIPO DE EQUIPO:					
MARCA:					
MODELO:					
REFERENCIA:					
SERIE:					
SERVICIO EN EL QUE SE ENCUENTRA					
N° DE PLACA O INVENTARIO:					
FECHA DE EJECUCIÓN:			DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD REALIZADA	NOMBRE DEL PROFESIONAL O TÉCNICO	FIRMA DEL PROFESIONAL O TÉCNICO
Mantenimiento Preventivo	Calibración	Mantenimiento Correctivo			

Fuente: IDAL

d) Cronograma de mantenimiento preventivo y calibración

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CALIBRACIÓN												AÑO: _____	
NOMBRE DEL EQUIPO:													
MARCA:													
MODELO:													
SERIE:													
OBSERVACIONES:													
CALIBRACIÓN	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE

Fuente: IDAL

e) Ficha técnica de máquina EXTRUSORA

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA		
Descripción		Partes y Accesorios
Proceso	Extrusión	<ul style="list-style-type: none"> • Motor principal de 40hp con variador de frecuencia • Bobinador de doble espalda-espalda con sistema de refilado y corte lateral • Tratador eléctrico de 1.5kw • Sistema de grafilado • Alimentador • Motor jalador con variador de frecuencia • Sistema de llenado automático de burbuja • Molde giratorio • Tablero de control eléctrico • Tablero colaxadores y fuelladores • 1 anillo de aire doble labio • Iris • Fuellador • Moldes para baja densidad 200mm y 100mm • Moldes para alta 80mm y 120mm
Máquina	Extrusora	
Marca	Cheer Young	
Matricula	F103-1866	
Modelo	HPE-65 SES	
Origen	Taiwan	
Tipo	N.A	
Capacidad	N.A	
Máxima presión de aire	N.A	
Año de fabricación	2015	
Voltaje	220 v/3F/60HZ	
KW	50	
Ancho	1200mm	
Peso	3720 kg	
Dimensiones	8mt*5mt*3mt	
Producción	90 kg/h aprox.	
Velocidad	N.A	
Características		
Maquina extrusora de película soplada en polietileno de alta densidad y baja densidad para la fabricación de rollos plasticos		

Fuente: Empresa INDECO S.A.

f) Ficha técnica de Confiabilidad

<u>Ficha Técnica de Confiabilidad</u>					
Empresa : INDECO S.A Área : Producción de Cables		Responsable: Técnico : Periodo:			
N°	Maquinaria	Datos de Operación sin fallas en horas TBF	Datos de Operación sin Fallas Ordenados de menor a mayor	F(t) con Rango mediana Tabla	R(t) = 1- F(t) con Rango Mediana Tabla
1	Extrusora 1				
2	Extrusora 2				
3	Extrusora 3				
4	Extrusora 4				
5	Extrusora 5				
6	Extrusora 6				
			Media		

g) Ficha técnica de Mantenibilidad

<u>Ficha Técnica de la Mantenibilidad</u>					
Empresa : INDECO S.A Área : Producción de Cables			Responsable Técnico : Periodo:		
N°	Maquinaria	Datos de Reparaciones en horas TTR	Datos de Reparaciones Ordenados de menor a mayor	M(t) con Kaplan - Meier Modificado	M(t)=n/ (N+1) Método i-Késimo
1	Extrusora 1				
2	Extrusora 2				
3	Extrusora 3				
4	Extrusora 4				
5	Extrusora 5				
6	Extrusora 6				
			Media		

h) Informe de Fallas

INFORME DE FALLAS				
1. ANTECEDENTES GENERALES				
Razón social de la empresa:		N° de falla:		
Centro de control:		Fecha de envío del informe de falla:		
		Hora de envío del informe de falla:		
Fecha de la falla	Hora de la falla	Responsable del informe		
2. DETALLE DE HECHOS OCURRIDOS				
Descripción de los hechos relevantes a la falla, acontecidos a partir de al menos 5 minutos antes de la ocurrencia de la falla.				
3. CAUSA BÁSICA U ORIGEN DE LA FALLA				
Se debe incluir antecedentes que la respalden tales como, apariencia física que se observe en las máquinas que presnten falla, desconectadas o su entorno, y condiciones ambientales que pudiesen tener relación con la falla, u otro antecedente que permita precisar la causa de la falla.				
4. MANIOBRAS EJECUTADAS				
Secuencia y descripción de cada una de las maniobras efectuadas que se realizaron con motivo de la ocurrencia de la falla.				
Fecha	Hora	Detalle de la máquina	Maniobra ejecutada	
5. CRONOLOGÍA DE EVENTOS				
N°	Fecha	Hora	Descripción del evento	Motivo o causa del evento
6. ANÁLISIS				
Debe presentarse un análisis conjunto de las causas y consecuencias de la falla, y de la actuación de los dispositivos de protección y control.				
7. REVISIÓN Y ACCIONES CORRECTIVAS				
Indicar las revisiones de las instalaciones que se efectuaron, los resultados de las mismas y las acciones correctivas y preventivas que se aplicaron y/o aplicarán.				
8. OTROS ANTECEDENTES				
Otros antecedentes que se estime necesario aportar como parte del Informe de Falla.				
_____ NOMBRE Y FIRMA DEL RESPONSABLE				

Anexo 05: Certificado de validez de contenido del instrumento que mide el plan de mantenimiento preventivo y la productividad



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PRODUCTIVIDAD

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Dimensión 1: Sistema de Información							
Nivel de implementación	Si		Si		Si		
Dimensión 2: Confiabilidad							
$\frac{\text{Eventos de falla por estudiar}}{\text{N}^\circ \text{ total de eventos posibles}}$	Si		Si		Si		
Dimensión 3: Mantenibilidad							
$K-M = 1 - \prod_{j=1}^K \frac{N-j}{N-j+1}$	Si		Si		Si		
Dimensión 4: Disponibilidad							
$\frac{\text{Confiabilidad}}{\text{Confiabilidad} + \text{Mantenibilidad}}$	Si		Si		Si		
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD							
Dimensión 1: Eficiencia							
$\frac{\text{Metas alcanzadas}}{\text{Metas totales}} \times 100$	Si		Si		Si		
Dimensión 2: Eficacia							
$\frac{\text{tareas de mantenimiento realizadas correctamente}}{\text{total de tareas de mantemiento}} \times 100$	Si		Si		Si		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Mg./Dr.: Contreras Rivera, Robert Julio

DNI: 09961475

Especialidad del validador:

18 de mayo 2020

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PRODUCTIVIDAD

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Dimensión 1: Sistema de Información Nivel de implementación	Si		Si		Si		
Dimensión 2: Confiabilidad $\frac{\text{Eventos de falla por estudiar}}{\text{Nº total de eventos posibles}}$	Si		Si		Si		
Dimensión 3: Mantenibilidad $K-M = 1 - \prod_{j=1}^N \frac{N-j}{N-j+1}$	Si		Si		Si		
Dimensión 4: Disponibilidad $\frac{\text{Confiabilidad}}{\text{Confiabilidad} + \text{Mantenibilidad}}$	Si		Si		Si		
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD							
Dimensión 1: Eficiencia $\frac{\text{Metas alcanzadas}}{\text{Metas totales}} \times 100$	Si		Si		Si		
Dimensión 2: Eficacia $\frac{\text{tareas de mantenimiento realizadas correctamente}}{\text{total de tareas de mantemiento}} \times 100$	Si		Si		Si		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Mg./Dr.: Bazán Robles, Romel Darío

DNI: 41091024

Especialidad del validador:

15 de mayo 2020

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PRODUCTIVIDAD

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Dimensión 1: Sistema de Información Nivel de implementación	Sí		Sí		Sí		
Dimensión 2: Confiabilidad $\frac{\text{Eventos de falla por estudiar}}{\text{Nº total de eventos posibles}}$	Sí		Sí		Sí		
Dimensión 3: Mantenibilidad $K-M = 1 - \prod_{j=1}^N \frac{N-j}{N-j+1}$	Sí		Sí		Sí		
Dimensión 4: Disponibilidad $\frac{\text{Confiabilidad}}{\text{Confiabilidad} + \text{Mantenibilidad}}$	Sí		Sí		Sí		
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD							
Dimensión 1: Eficiencia $\frac{\text{Metas alcanzadas}}{\text{Metas totales}} \times 100$	Sí		Sí		Sí		
Dimensión 2: Eficacia $\frac{\text{tareas de mantenimiento realizadas correctamente}}{\text{total de tareas de mantemiento}} \times 100$	Sí		Sí		Sí		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Mg./Dr.: Morales Chalco, Osmar Raúl

DNI: 09900421

Especialidad del validador:

18 de mayo 2020

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante