



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

Aplicación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la
disponibilidad del soplador de aire. Caso: Pomalaza Ingenieros
S.A.C., Huancayo - 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR:

Mendoza Espinoza, Yoel Santiago (ORCID: 0000-0001-8581-5329)

ASESOR:

Mg. Arce Vizcarra, Fernando Guillermo (ORCID: 0000-0002-5343-3753)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA - PERÚ

2019

Página del Jurado

Dedicatoria

A Dios por haberme permitido lograr mis objetivos y haberme dado salud, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres, por haberme apoyado, por la motivación constante, quiénes les han permitido ser una persona de bien.

A mi pareja por estar siempre a mi lado brindándome todo su amor, entrega, dedicación y sobre todo por tenerme mucha comprensión y paciencia durante estos años juntos.

Agradecimiento

Agradecerte a Dios por bendecirme para llegar hasta dónde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

Agradezco en especial a mis padres, Pedro Mendoza y Linda Espinoza, que desde inicios de mi formación me brindaron su apoyo incondicional para alcanzar mis objetivos.

Agradezco a mi pareja, Gresly Pomalaza por su apoyo, comprensión y paciencia.

Agradezco también a la Universidad César Vallejo por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional de bien.

Declaratoria de autenticidad

Yo: Mendoza Espinoza, Yoel Santiago con DNI N° 41045083, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados de Titulo de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaña el presente trabajo de investigación es veraz y autentica. Así mismo declaro también bajo juramento que todos los datos e información del presente trabajo de investigación son auténticos y veraces. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas en la Universidad César Vallejo.

Lima, diciembre de 2019



Mendoza Espinoza, Yoel Santiago

Presentación

Estimados miembros representantes del jurado:

De acuerdo con el cumplimiento establecido por el área de grados y títulos de nuestra prestigiosa universidad Cesar Vallejo tengo el honor de presentar mi tesis titulada “Aplicación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad del soplador de aire. Caso: Pomalaza Ingenieros S.A.C., Huancayo – 2019” el que pongo a disposición de vuestra representada esperando que cumpla con los parámetros establecidos por la casa de estudios para poder obtener el título profesional de ingeniero industrial.

Yoel Santiago Mendoza Espinoza.

Índice

Caratula	i
Página del Jurado	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Presentación	vi
Índice	vii
Índice de tablas.....	x
Índice de figuras.....	xi
Resumen	xii
Abstract.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Realidad problemática	15
1.2. Tesis a nivel nacional e internacional.....	20
1.2.1. Dentro de las tesis nacionales tenemos:.....	20
1.2.2. Dentro de las tesis internacionales tenemos:.....	21
1.3. Teorías relacionadas al tema:	21
1.3.1. Planificación del mantenimiento preventivo	27
1.3.2. Disponibilidad (D)	29
1.4. Formulación del problema.....	33
1.4.1. Problema general:.....	33

1.4.2.	Problemas específicos:.....	33
1.5.	Justificación del estudio	33
1.5.1.	Justificación teórica.....	33
1.5.2.	Justificación Metodológica.	33
1.5.3.	Justificación práctica.....	34
1.6.	Hipótesis	34
1.6.1.	Hipótesis general:	34
1.6.2.	Hipótesis específicas:	34
1.7.	Objetivos	35
1.7.1.	Objetivo general:.....	35
1.7.2.	Objetivos específicos:	35
II.	MÉTODO	36
2.1.	Tipo y diseño de la investigación.....	37
2.2.	Operacionalización de las variables	38
2.3.	Población y muestra.....	40
2.3.1.	Población.....	40
2.3.2.	Muestra.....	40
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad. 40	
2.4.1.	Técnica	40
2.4.2.	Instrumentos de recopilación de datos.....	41
2.4.3.	Validez y Confiabilidad.....	41
2.4.4.	Procedimientos	41
2.5.	Métodos de análisis de datos	47
2.6.	Aspectos éticos	47
III.	RESULTADOS	48

3.1. Análisis descriptivo.....	49
3.2. Análisis diferencial	51
3.2.1. Análisis de la hipótesis general.....	51
3.2.2. Análisis de la hipótesis específica 1	53
3.2.3. Análisis de la hipótesis específica 2	56
IV. DISCUSIÓN.....	58
V. CONCLUSIONES	60
VI. RECOMENDACIONES.....	62
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	64
VIII. ANEXOS	68

Índice de tablas.

Tabla 1: Cuadro de Pareto; Fuente: elaboración propia	18
Tabla 2: Operacionalización de variables; fuente: elaboración propia.	39
Tabla 3: Especificaciones técnicas del soplador de aire; fuente: Manual del equipo sopladores de aire.....	42
Tabla 4: Cronograma de mantenimiento preventivo electromecánicos; fuente: Pomalaza ingenieros.....	44
Tabla 5: Cronograma de mantenimiento preventivo operadores PTARD; fuente: Pomalaza ingenieros.....	44
Tabla 6: Cumplimiento de planificación antes; fuente: elaboración propia.....	49
Tabla 7: Cumplimiento de planificación después; fuente: elaboración propia.	49
Tabla 8: Cumplimiento de programación antes; fuente: elaboración propia.	50
Tabla 9: Cumplimiento de programación después; fuente: elaboración propia.	50
Tabla 10: Mantenibilidad antes y después; fuente: elaboración propia.....	51
Tabla 11: Fiabilidad antes y después; fuente: elaboración propia.	51
Tabla 12: Prueba de normalidad plan de mantenimiento antes y después; fuente: SPSS.	52
Tabla 13: Estadística prueba T-Student; fuente: SPSS.	53
Tabla 14: Correlación del plan de mantenimiento antes y después; fuente: SPSS.	53
Tabla 15: Prueba de muestras emparejadas del plan de mantenimiento antes y después; fuente: SPSS.	53
Tabla 16: Prueba de normalidad de la fiabilidad antes y después; fuente: SPSS.	54
Tabla 17: Estadística prueba T-Student; fuente: SPSS.	55
Tabla 18: Correlación de muestras emparejadas fiabilidad antes y después; fuente: SPSS.	55
Tabla 19: Prueba de muestras emparejadas de la fiabilidad antes y después; fuente: SPSS.	55
Tabla 20: Prueba de normalidad mantenibilidad antes y después; fuente: SPSS.	56

Tabla 21: Prueba T-Student de la mantenibilidad antes y después; fuente: SPSS.	57
Tabla 22: Correlación de muestras emparejadas de mantenibilidad antes y después; fuente: SPSS.	57
Tabla 23: Prueba de muestras emparejadas de la mantenibilidad antes y después; fuente SPSS.	57

Índice de figuras

Figura 1: Diagrama de Ishikawa; Fuente: elaboración propia	17
Figura 2: Diagrama de Pareto; fuente: elaboración propia	19
Figura 3: Vida útil del equipo; fuente: elaboración propia.	31
Figura 4: Formato Orden de trabajo; fuente: Pomalaza ingenieros S.A.C.	43
Figura 5: Formato plan de mantenimiento de soplador; fuente: Pomalaza ingenieros.	45
Figura 6: Formato reporte de mantenimiento; fuente: Pomalaza ingenieros.....	46
Figura 7: Barras del cumplimiento de planificación antes; fuente: elaboración propia.	49
Figura 8: Barras del cumplimiento de planificación después; fuente; elaboración propia.....	49
Figura 9: Barras de cumplimiento de programación antes; fuente: elaboración propia.....	50
Figura 10: Barras cumplimiento de programación después; fuente elaboración propia.....	50
Figura 11: Histograma plan de mantenimiento; fuente: SPSS.....	52
Figura 12: Histograma de la fiabilidad; fuente: SPSS.....	54
Figura 13: Histograma de mantenibilidad; fuente: SPSS.....	56

Resumen

El presente proyecto de investigación que lleva por título "Aplicación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad del soplador de aire. Caso: Pomalaza Ingenieros S.A.C., Huancayo – 2019" cuyo objetivo general es determinar si el mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los sopladores de aire en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C., Huancayo Perú - 2019.

El diseño del presente trabajo de investigación es cuasi experimental, ya que ejercemos un control mínimo sobre la variable independiente (plan de mantenimiento preventivo (MDS), esta investigación es de tipo aplicativo, ya que busca constatar la parte teórica con la realidad.

Los datos se obtuvieron utilizando la técnica de la observación y recolección de datos mediante herramientas como reportes de fallas, ordenes de trabajo y ordenes de mantenimiento. Para realizar el análisis de los datos se utilizó programas como SPSS y el Microsoft Excel.

Palabras claves: Mantenimiento, Mantenibilidad, disponibilidad y fiabilidad.

Abstract

This research Project entitled “preventive maintenance to improve the availability of the air blower case: Pomalaza Ingenieros SAC, Huancayo, 2019” whose general objective is to determine how preventive maintenance improves the availability of air Blowers in the Company Pomalaza Ingenieros SAC, Huancayo Peru – 2019.

The design of the presentation is quasi – experimental, since we exercise minimal control over the independent variable (Preventive maintenance (MDS)), this research is of the applied type, since it seeks to verify the theoretical part with reality.

The data was obtained using the technique of observation and data collection using tools such as fault reports, work orders and maintenance orders. To carry out the data, programs such as SPSS and Microsoft Excel were used,

Keywords: Maintenance, Maintainability, Availability and Reliability.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En la actualidad las empresas generan una constante lucha por lograr la satisfacción del mercado y de este modo, lograr insertarse en un mundo que es cada vez más competitivo.

Hoy en día, dentro de las actividades los problemas más significativos en las empresas de producción y servicios, es el incumplimiento de las horas de trabajo de los equipos en las plantas industriales, el mantenimiento a nivel del mundo está cambiando y las empresas están invirtiendo mejor sus economías para lograr que las máquinas y equipos prolonguen su tiempo de servicio y vida útil; pero eso solo se logra mediante una gestión de recursos de manera responsable minimizando pérdidas e incrementando la productividad.

En Sudamérica aún existe la idea errónea de trabajar con los equipos y maquinas hasta que estas fallen, aun no se concientiza al uso correcto de una gestión de mantenimiento enfocada a incrementar los ingresos y la productividad de las empresas mediante el incremento de la disponibilidad de los equipos solo las empresas transnacionales de Europa, EE.UU., y algunos países de Asia tienen bien establecido sus planes de mantenimiento y los efectos que esta genera en la compañía. En países como Chile uno de los más grandes explotadores y exportadores de cobre se toma de manera más consciente los planes de mantenimiento esto a su vez debido a los capitales externos que entienden el concepto del mantenimiento.

En nuestro país actualmente el concepto de mantenimiento recién está tomándose en conciencia por las empresas peruanas, están haciendo los esfuerzos para poder reducir los costos de mantenimientos correctivos, pero aun así estas empresas solo representan la minoría, la mayor cantidad de empresas sigue con la idea errónea de trabajar con equipos hasta su potencial fallo, sin darse cuenta de que las paradas imprevistas significan pérdidas económicas. Dentro de este grupo de empresas se encuentra Pomalaza Ingenieros S.A.C. que realiza sus actividades en la ciudad de Huancayo y en la ciudad de Lima, dedicada al rubro de servicios, cuya actividad principal es proyectos electromecánicos, mantenimiento y servicios generales tiene como visión: "Ser una de las empresas líderes en el campo de la Ingeniería y proyectos del país mediante un servicio personalizado y brindando

productos y servicios con los más altos estándares de calidad según la necesidad de nuestros clientes” y su misión “Servir a la industria peruana mediante la fabricación, montaje de proyectos electromecánicos, diseño y reparación de equipos industriales; y la prestación de servicios de mantenimiento con personal altamente capacitado y entrenado; contando con los más altos estándares de calidad que permitan a la industria un crecimiento firme y constante; garantizando y entregando un alto grado de satisfacción a nuestros clientes”.

Pomalaza Ingenieros S.A.C. comenzó sus operaciones en el año 2018 con la fabricación, montaje, puesta en marcha de equipos en general y mantenimiento de los mismos actualmente se encuentra ubicado en el departamento de Junín y cuenta con 5 sopladores de aire para la alimentación a los difusores de burbuja de tratamiento de aguas residuales; para ese proceso se requiere el uso de sopladores que se encargan de proveer de aire (oxígeno) a las bacterias localizadas en el tanque de almacenamiento (Reactor) y a su vez de procesamiento de las aguas residuales, estas bacterias necesitan de oxígeno de acuerdo al volumen de carga (su rango es de 2 a 4) para cumplir su función de degradar la materia fecal en sedimentación que luego reposa en el fondo del tanque, una vez sedimentado el agua superficial que se encuentra parcialmente limpia es extraída por medio de reboce al tanque cámara de contacto, para luego ser clorado y posterior almacenamiento, ser usados en baños y regadillos de jardines . Es debido a ello que los sopladores cumplen una vital función dentro de este proceso complejo y que demuestran ser una parte fundamental, a lo largo de este tiempo se han ido registrando varios defectos en el funcionamiento correcto de estos componentes; debido a ello se realiza la presente investigación del porque la disponibilidad de estos componentes ha ido reduciéndose significativamente afectando al proceso de tratamiento de aguas residuales doméstico y a su vez incrementando los costos de las operaciones de manera sustancial.

En un breve análisis de porque la disponibilidad de los componentes ha decrecido podemos observar a través de una de las herramientas de identificación de posibles problemas causa-efecto, en el siguiente grafico (diagrama de Ishikawa) podremos observar cuales son nuestras posibles causas para esta reducción de la disponibilidad.

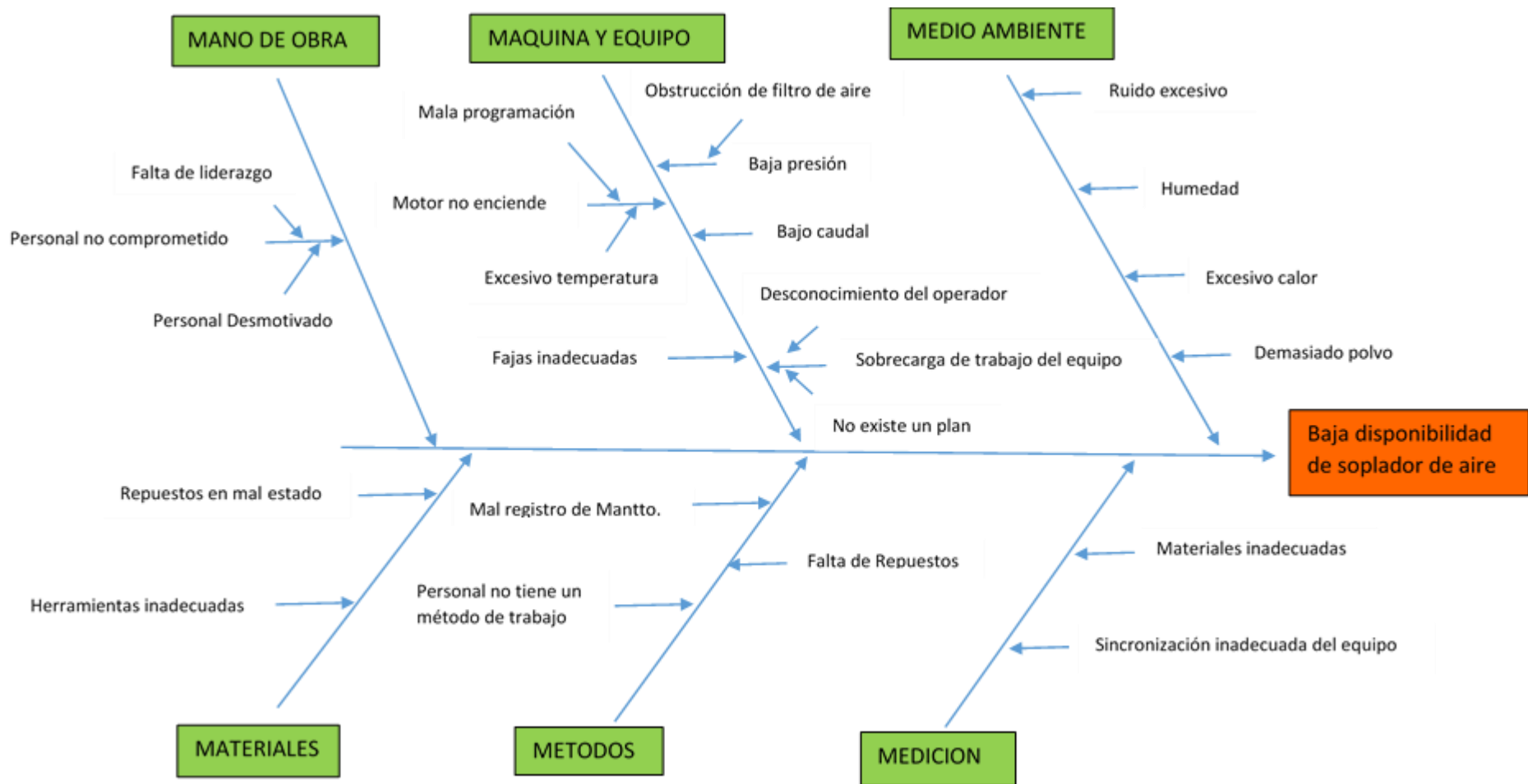


Figura 1: Diagrama de Ishikawa; Fuente: elaboración propia

Una vez observado las posibles causas procederemos a cuantificarlas según el grado de ocurrencia mediante un diagrama de Pareto, una herramienta que nos ayudara a determinar mejor los problemas que inquietan a la empresa, a continuación, se puede apreciar un cuadro mediante el cual se recolecto información desde el mes de enero hasta la primera semana de mayo.

POSIBLES CAUSAS DEL PROBLEMA	FRECUENCIA CON LA QUE OCURRE	TOTAL ACUMULADO	%	% ACUMULADO
Ruido extraño en soplador de aire	32	32	30%	30%
Baja presión de aire	30	62	28%	58%
Personal no comprometido	16	78	15%	73%
Sobrecarga de trabajo del equipo	8	86	7%	80%
Materiales inadecuadas	5	91	5%	85%
Mal registro de Mantto.	4	95	4%	89%
Motor no enciende	4	99	4%	93%
Herramientas inadecuadas	3	102	3%	95%
Sincronización inadecuada	3	105	3%	98%
entrega tardía de repuestos	2	107	2%	100%
Total de causas	107			

Tabla 1: Cuadro de Pareto; Fuente: elaboración propia

Luego de cuantificar las posibles causas procederemos a identificarlas en el gráfico de Pareto para determinar cuáles son la más resaltante e influyente en la baja disponibilidad.

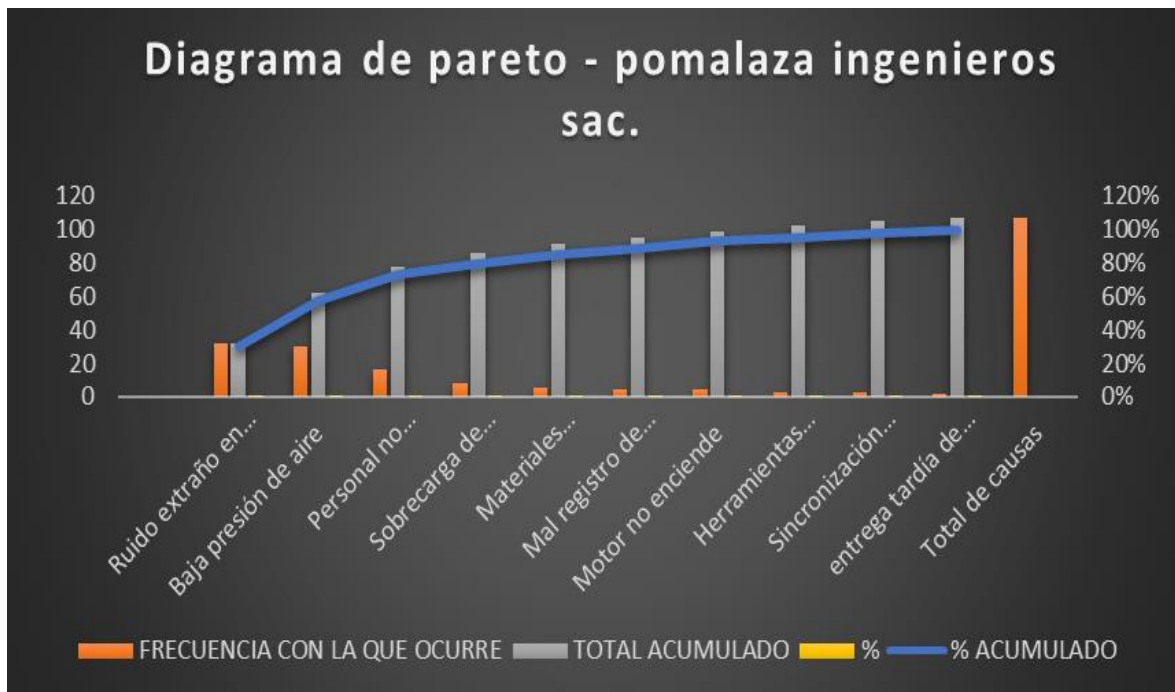


Figura 2: Diagrama de Pareto; fuente: elaboración propia

Se puede apreciar en la figura anterior, se muestra que el 80% de causas que generan la reducida disponibilidad de los sopladores de aire, entre las cuales resaltan las paradas por ruido extraño, baja presión de aire y personal no comprometido.

De acuerdo con estas causas que demuestran que el mantenimiento de los sopladores debe de tomarse de manera más seria, si queremos lograr que los procesos dentro de la compañía mejoren; de acuerdo con la realidad problemática antes mencionada se ha decidido implementar un sistema que mejore el tiempo de operatividad de los sopladores conocido como: plan de mantenimiento preventivo, mediante esta herramienta se espera que mejore de manera sustancial la disponibilidad de los equipos.

El mantenimiento preventivo es un instrumento que nos ayuda a realizar inspecciones programadas y a través de éstas tomar decisiones anticipadas sobre posibles mantenimientos y reducir significativamente la cantidad de fallos e incluso la gravedad de los fallos; también nos permite monitorear el estado de estas en su funcionamiento. El tema por investigar es el “Plan de un mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad del soplador de aire. Caso: Pomalaza Ingenieros S.A.C., Huancayo, 2019”.

1.2. Tesis a nivel nacional e internacional.

1.2.1. Dentro de las tesis nacionales tenemos:

(Barco Sandoval, 2017) Concluye que el mantenimiento preventivo si logra incrementar las horas de operación de las maquinas incrementado la producción de estas en un 8.28% y mejorando la confiabilidad de estos equipos, a su vez demuestra una reducción significativa en la inversión económica generando ahorros por el 50% al haber reducido la cantidad de fallas.

(Tuesta Yliquin, 2014) Llego a la conclusión que el plan de mantenimiento mejora la disponibilidad de los equipos de manera sustancial, logro incrementar en un 60% la operatividad de sus equipos además de generar un ahorro de S/. 105,814.52; a su vez se pudo gestionar de mejor manera las capacitaciones al personal en toma de conciencia sobre los mantenimientos y como estos afectan directamente a las operaciones.

(Quispe Segura, 2017) Concluye que el plan de mantenimiento mejora la identificación de fallas en los equipos y la planificación de cómo estos deben ser atendidos oportunamente, a través de este plan se logró una reducción del 43% en las fallas frecuentes, también se logró incrementar la operatividad de los equipos y así evitar el desabastecimiento de los clientes.

(Antonio Armas, 2016) Llegó a la conclusión de que la gestión de mantenimiento es un instrumento indispensable con el cual se logra incrementar el 15% en la disponibilidad de las máquinas, a su vez considera que la gestión de mantenimiento es muy fácil de aplicar, pero lo verdaderamente moderado es la organización que esta tiene debido a que concientiza al personal a realizar las actividades de manera más ordenada y con limpieza constante de los equipos.

(Carbajal Tacanga, 2016) Concluye que el plan de mantenimiento preventivo mejora la organización y actividades en la empresa, a su vez el planeamiento de actividades se desarrolla de mejor manera y se puede controlar mediante los formatos de mantenimiento de manera más eficiente; gracias al plan se pueden realizar inspecciones frecuentes e incluso inspecciones no planificadas demostrando que se puede trabajar en base a la confiabilidad de los equipos.

(Mosquera Peña, 2018) Llegó a la conclusión que el plan de mantenimiento preventivo es una herramienta muy útil ya que logró incrementar la disponibilidad del cargador frontal 962H en un 13% y redujo el consumo de repuestos en un 77%.

1.2.2. Dentro de las tesis internacionales tenemos:

(García Esparza, 2015) Concluye que el modelo de mantenimiento planteado permitió mejorar la toma de decisiones en cuanto a los mantenimientos, a su vez mejoró las operaciones y los procesos generando actividades de mayor calidad.

(Bütikofer Lagos, 2017) , cuyo objetivo general fue: “Modelación de la confiabilidad de una flota con la respectiva optimización del mantenimiento preventivo a través del uso de técnicas de clustering y aprendizaje supervisado para el modelamiento de la confiabilidad dentro de cada subpoblación de equipos”.

Llegó a la conclusión que el mantenimiento preventivo es indispensable para optimizar de manera más eficiente los tiempos de reparación de la flota de vehículos mediante la correcta identificación y segmentación de flotas y fallas por flota, de esta manera se realiza un mejor diagnóstico de fallas a través de la criticidad y funcionamiento correspondiente.

(Arias Paéz, y otros, 2017) Concluye que la propuesta de mantenimiento mejoró la identificación de elementos críticos dentro del sistema de climatización a su vez mejoro el sistema de planificación de actividades de mantenimiento reduciendo al mínimo las paradas también se incrementó la disponibilidad de los equipos y se identificó fallas más recurrentes.

En el presente trabajo de investigación se construyen las bases teóricas que a continuación damos a conocer:

1.3. Teorías relacionadas al tema:

El mantenimiento preventivo se encarga de prevenir futuras fallas y defectos que pudieran ocasionar un bajo rendimiento del equipo en funcionamiento, así como también que éste deje de funcionar ocasionando paros imprevistos. La prevención de mantenimiento se basa en la planificación que implica la condición del equipo, lugar de instalación, suministro de condiciones eléctricas y datos

suministrados por el fabricante (condiciones óptimas de funcionamiento, puntos y frecuencia lubricación, limpieza, ajuste, etc.), entre otros.

Podemos definir la palabra mantenimiento como las técnicas que se encargan de cuidar, conservar y mantener los equipos e instalaciones para que estos proporcionen el máximo rendimiento. (Garrido, 2009-2012)

El mantenimiento preventivo tiene como finalidad que el dispositivo efectúe un correcto desempeño y que a su vez sea seguro y funcione con mayor rapidez a la hora de procesar datos. Cuando hablamos de mantenimiento preventivo hablamos de llevar un control, así como también de realizar con anticipación las tareas programadas. (Servicio Técnico 24, 2018)

El objetivo del mantenimiento preventivo es como se recalca el termino indica prevenir cualquier desperfecto en las maquinas en funcionamiento para evitar que una maquina se detenga en medio de su funcionamiento y que pueda ocasionar pérdida de tiempo. También el mantenimiento de preventivo ayuda en la disminución de costos en reparación, y de esta manera aumentar el tiempo de vida útil y el rendimiento en las maquinas. (Jiménez Raya, 2015)

Un plan es un conjunto de tareas que nos dirigen a la organización y coordinación para realizar un trabajo. Si hablamos de un plan de mantenimiento preventivo podemos definirlo como una habilidad que empleamos para evitar paradas fortuitas en el cual se requiere de una planificación y coordinación de las actividades que se realizan en el campo y para asegurarnos de que los activos que utilizamos no tengan fallas se deben realizar inspecciones cada cierto tiempo. (Zavala Navarro, 2018). Según lo define el autor el mantenimiento es la mezcla de actividades

Dixon, Duffua y Raouf (2000) Según el autor el mantenimiento es expresado como un conjunto de pasos por las cuales los equipos o sistemas que desarrollan procesos se mantiene en el tiempo o se restablece de acuerdo con una reparación a un estado en el que pueda continuar realizando las funciones que le fueron desarrolladas. Esto es un factor de mayor importancia en la calidad de los productos desarrollados por ello puede emplearse como estrategia para ser competitivos y exitosos.

Gómez (1998) determina que “el mantenimiento se define de varias maneras, dependiendo del rumbo que se designe según la actividad para la que fue diseñada. Muchas veces no resulta suficiente, en la actualidad, pretender que las definiciones basadas exclusivamente en expresiones económicas. Por ello, para un buen mantenimiento es de vital importancia el óptimo estado funcional tanto de las maquinas o equipos, así como de las instalaciones; por consiguiente, las consecuencias que se originen en el desarrollo de este principio básico puedan sobrepasar ampliamente el objetivo planteado al inicio”.

El mantenimiento es la restructuración o la ampliación de la vida útil de los equipos o maquinarias para devolver dichos activos a la operatividad, es decir, la reparación de fallas que afectan a la operatividad o funcionamiento adecuado de todos los equipos.

Mora (2009) indica que el mantenimiento tiene como misión primordial el garantizar que todos los equipos participes dentro del proceso industrial se encuentren a máxima operatividad y siempre disponibles en caso el cliente o usuario requiera disponer de ellos. A través de la mantenibilidad y fiabilidad, ello durante un periodo de tiempo establecido para operar. De acuerdo con las condiciones técnicas determinadas al momento de la adquisición y el requerimiento como por ejemplo la velocidad máxima en trabajos forzados y otros que satisfagan las necesidades de la empresa para poder generar bienes y servicios de manera adecuada y sin inconvenientes imprevistos.

El mantenimiento dentro de una empresa es un eslabón realmente importante ya que mediante este se mantiene a las máquinas y equipos operativos y disponibles produciendo o incrementando esta.

Duffuaa, Raouf y Campbell (2012, p. 29) nos explica que el mantenimiento es una serie de actividades y procesos que se deben realizar para que un equipo o componente se conserve, o se restaure con el fin que siga desempeñando las funciones para las cuales fue fabricado o producido.

Cervantes et al. (2007) determina que dentro del mantenimiento hay varias clases de mantenimiento que se diferencian de acuerdo con planificación, recursos necesarios, objetivos, etc. Actualmente, muchas de las industrias a gran escala, no

aplican la diferenciación de mantenimientos, sino que desarrollan a cabo un mantenimiento planificado que engloba los diversos mantenimientos y establece los objetivos de mejorar los costos generales y la disponibilidad de los equipos y componentes.

Se define al mantenimiento preventivo como la realización de varias inspecciones que se efectúan periódicamente con el objetivo de detectar errores o estados inadecuados que se encuentren en una fase inicial sobre activos fijos, maquinaria y equipos con la finalidad de evitar la avería de estas máquinas, así como también evitar suspender la producción en las instalaciones. (Sierra G.,2004, p.14).

El autor menciona que el mantenimiento preventivo es una agrupación de operaciones donde se proporcionan las atenciones necesarias para que un sistema continúe ejecutándose correctamente sin llegar a fallar. Dounce (2014) (p. 36).

Por otra parte, García nos indica que el mantenimiento preventivo tiene la misión de proporcionar un alto nivel de servicios concretamente en equipos, planificando las correcciones necesarias en los puntos más débiles en el momento más indicado. García (2003) (p. 17).

Según las definiciones encontradas, podemos subrayar que el mantenimiento preventivo conserva a los equipos operando continuamente para que de esta forma evitemos paradas innecesarias. También el mantenimiento preventivo se encarga de prevenir los errores en el funcionamiento de los activos y a la vez de los sistemas que tienen relación con el proceso de producción. Para detectar las fallas se debe realizar un constante monitoreo de las máquinas para a su vez poder detectar en qué estado se encuentran, con el objetivo de disminuir las fallas e incrementar el tiempo de operación de la maquinaria. Normalmente aplicamos esta estrategia en los equipos que cumplen un papel fundamental en el proceso productivo, en la seguridad de los trabajadores o en el medio ambiente.

Los Pasos para la aplicación Del mantenimiento preventivo

Primera etapa o paso: Establecer los activos de la empresa.

Según Macián, Tormos, Lerma y Salavert (2010, p. 18), El primer paso es identificar y definir a que activos vamos a realizar el mantenimiento respectivo. También García (2010) indica que la empresa debe contar con todos los datos actualizados de las máquinas y equipos que serán sometidas a mantenimiento. (p. 9)

Segunda etapa o paso: Determinar las operaciones de acuerdo con el mantenimiento.

Al respecto Macián et al. (2010), señalan que las operaciones de mantenimiento son procesos e intervenciones que se realizan en cada uno de los activos (p. 18).

Según Duffuaa et al. (2012) para que podamos determinar cuáles serán las operaciones que llevaremos a cabo se debe preparar una lista donde se indique el proceso a realizar en los activos y en el cual se proporcione información, así como también detalles pertinentes de cada tarea a realizar para el plan de mantenimiento. (p.89).

Tercera etapa o paso: Establecer las frecuencias o períodos de mantenimiento.

Para definir previamente las operaciones, en este paso determinamos con qué frecuencia se deben realizar las operaciones de mantenimiento, indicando claramente el día y la hora en que se llevará a cabo el mantenimiento. (Macián et al., 2010, p.18).

Cuarta etapa o paso: Diseño de un plan de mantenimiento.

Se trata de hacer un plan en el cual se especifique cada una de las operaciones y procedimientos de mantenimiento asociados en un determinado intervalo de tiempo todo esto para llevar a cabo cada atención definida en el mantenimiento. (Macián et al., 2010, p.19).

Con respecto a la cuarta etapa o paso Duffuaa et al. (2012, p. 89), indicaron que para el esbozo del plan de mantenimiento debe confeccionarse un formato o ficha de registro de las operaciones una a una según la frecuencia en la que se ocurren, en esta etapa o paso debe planificarse el mantenimiento preventivo para su ejecución.

El documento empleado para comenzar con las actividades será la Orden de trabajo (OT), esto se debe a que diversos tipos de mantenimiento deben iniciarse mediante el formato que determina las actividades que se realizarán, García (2010), indica que la OT es el documento en la que el personal de mantenimiento u operarios informan al jefe o encargado de sobre la tarea o actividades a realizar. En dicho documento se establece la información más relevante sobre cada intervención que se realizara a los equipos u componentes.

Quinta etapa o paso: Establecimiento de los recursos a emplear.

En el quinto paso debemos establecer cuáles serán los recursos, como por ejemplo el recurso humano que se utiliza para llevar a cabo cada operación que ya ha sido definida en plan de mantenimiento, así como también se especificará si es necesario personal externo durante la operación. (Macián et al., 2010).

Sexta etapa o paso: Implementación de un sistema de gestión de la información (SGI)

Macián et al. (2010, p. 19), Según el autor la información asociada al mantenimiento debe ser registrada en un sistema que puede ser manual en archivos o informático, para de esta manera poder contar con un registro de estas, como por ejemplo guardar la información de las operaciones que fueron realizadas o en qué período fueron realizadas, etc.

Cano et al (1998, p. 10) hace mención sobre las desventajas y ventajas.

La ventaja principal del mantenimiento preventivo es que al inspeccionar y proyectar cambios se consigue obtener mayor conocimiento sobre los activos lo cual permite que se pueda disminuir las paradas causadas por averías, así como también permite la detección de futuros posibles fallos que puedan presentar las máquinas.

La desventaja principal es indicar cuál será el momento más oportuno para hacer la reparación, por ejemplo, si el período de inspección es corto sería innecesario, aumentarían los costes de producción, así como también el mantenimiento. Por otra parte, si retrasamos demasiado los períodos de inspección podrían aparecer deficiencias difíciles de detectar o que inconvenientes anteriores continúen reapareciendo.

1.3.1. Planificación del mantenimiento preventivo

Nyman y Levitt (2010) Según los autores la planificación es un procedimiento en el cual todos los recursos necesarios para realizar trabajos específicos deben ser asignados, detallados y coordinados, así como también sincronizados en el tiempo y espacio más convenientes, para que de esta forma el plan preventivo desarrollado sea eficaz y se ejecute con un tiempo de retraso mínimo, según el presupuesto planeado, y en el tiempo establecido. (p. 181). Se sabe que un plan preventivo es eficaz y práctico cuando éste está formado por distintas informaciones. (p. 4).

Padero (2014) señala que si aplicamos la planificación de mantenimiento aumentaremos en nuestra productividad hasta un 25%, también prolongaremos el ciclo de vida de nuestros activos en un 50% y disminuirémos los costos que son originados por la realización del mantenimiento en un 30% (p. 80).

Fichas técnicas

Milano (2011) El autor señala que no se puede sugerir un modelo estándar debido a que la información que contienen las fichas técnicas cambia según el activo al que le proporcionamos mantenimiento. No obstante, se debe tener toda la información que sea importante y sustancial como la descripción del producto, el código que se le asigna, así como también la fecha de inicio, la información sobre el fabricante, el encargado de la distribución y el proveedor, también se toma en cuenta los detalles y las especificaciones técnicas indicadas, como las instrucciones de manejo de los activos y el cuidado que estos requieren y prevención de posibles errores.

Palmer (2006) Las fichas técnicas radican en toda la información que nos deben proporcionar los fabricantes para el uso adecuado de los activos y que incluyen información importante adquirida de los manuales.

Inspecciones periódicas programadas

Gonzales (2005) El autor nos indica que una manera de fijar que es lo que vamos a realizar en cada activo o en las instalaciones puede basarse en desarrollar inspecciones de manera regular, de frecuencia corta y que estas sean realizadas por trabajadores con experiencia que puedan programar y definir las acciones preventivas apropiadas y requeridos. (p. 103).

Gómez (1998) Hace énfasis en que el tiempo de las inspecciones es lo que va a definir si logramos tener éxito, por ejemplo, si un período es demasiado largo entonces nos estamos arriesgando a que puedan aparecer deficiencias entre dos inspecciones seguidas que fueron realizadas; por otro lado, si un período es excesivamente corto puede aumentar considerablemente los costos del proceso productivo. Es importante que encontremos el equilibrio, como resultado del compromiso basado en los cortes que resultan de las inspecciones, así como también de las observaciones de las fallas imprevistas. Podemos decir que los primeros logran ser suficientemente cuantificados; sin embargo, verificar los segundos no es una tarea muy sencilla, por esta razón es complejo determinar cuál es el punto de equilibrio, y este suele definirse de acuerdo con la propia experiencia.

Programa para realización del mantenimiento preventivo

López y Orozco (2013) Para obtener un programa de mantenimiento preventivo adecuado, se debe establecer el plan conjuntamente, así como también se debe establecer el tiempo de repetición.

Sobre la importancia de la lubricación Grover (1997) Remarca que la lubricación es la manera más eficiente para disminuir el desgaste y la fricción en los activos, también nos indica que los lubricantes son muy usados en el área de los metales.

Indicadores para la planificación del mantenimiento

Palmer (2006) señala que para que el plan de mantenimiento preventivo conserve una posición amplia es de suma importancia que tanto los indicadores como todas las mediciones estén presentes. Para realizar un mejor control, es necesario que todas las operaciones de mantenimiento estén divididas, es

importante que los supervisores se aseguren que estas actividades se cumplan. Para que podamos monitorear fácilmente el desempeño de cada división, estas deben contar con sus correspondientes indicadores.

Indicadores o KPI de medición del mantenimiento Preventivo.

Los indicadores o KPI más resaltantes o utilizados dentro del mantenimiento podemos decir que son los siguientes:

Planes de mantenimiento

Se puede definir como planes de mantenimiento a la agrupación de operaciones que se deben realizar, como por ejemplo las inspecciones de los activos y/o instalaciones, la realización de mediciones concretas de los activos, también los que son encargados de mantener operativos los sistemas en estudio. Los planes también abarcan la frecuencia en el que se deben realizar las operaciones requeridas y los materiales necesarios para que exista una planificación y regulación de las tareas adecuadas.

1.3.2. Disponibilidad (D)

(González Fernández, 2005 pág. 67) Define la disponibilidad como todos los equipos que son necesarios para la realización de un trabajo en un período de tiempo establecido frente a la flota de equipos o unidades. También debemos analizar las paradas que fueron ocasionadas por errores, el cuál debe ser resuelto en el mínimo tiempo posible.

Se define a la disponibilidad como la probabilidad de que un equipo este adecuado y listo para realizar sus funciones en cualquier instante.

La disponibilidad compone uno de los parámetros más importantes cuando hablamos de la gestión de mantenimiento ya que relaciona la mantenibilidad y la confiabilidad de una maquinaria, al relacionar los tiempos operativos que se encuentran entre errores, así como también entre los tiempos que encontramos en reparación.

Gómez (1998) Nos señala que la disponibilidad es un término con el que se busca explicar la capacidad que posee algo para ser usado en el momento en que se necesita.

Esto es esencial ya que es el principal motivo del mantenimiento, por esta

razón si encontramos la manera de medir la disponibilidad, obtendremos la estimación del rendimiento del mantenimiento que hemos efectuado (p. 70).

Arques (2009) nos indica que la función de la disponibilidad es un indicador que determina la operatividad de las maquinarias y el buen desempeño de las funciones necesarias en un intervalo de tiempo predeterminado, siempre y cuando éste continúe con las actividades según lo establecido por su diseño (p. 69).

Knezevic (1996) Nos da a entender que la disponibilidad es una particularidad que sintetiza numéricamente el desempeño o funcionalidad de los elementos. La mayor parte del personal indican que es necesaria la disponibilidad de los componentes y equipos, así también la seguridad, ya que es observable contar con equipos que se encuentren fuera de servicio. Existen distintas maneras de lograrlo, por ejemplo, una de ellas es diseñar los elementos de manera que sean muy fiables y, en consecuencia, con costos elevados. El siguiente sería suministrar un modelo de aplicación que cuando ocurra el fallo, sea factible la recuperación inmediata. De esta manera, si todo está diseñado de tal forma que sea fiable y sea accesible repararlo, el fabricante obtendrá un sistema efectivo.

Rodríguez (2008, p. 6) Nos indica que la disponibilidad es un parámetro primordial que se encuentra relacionado con el mantenimiento, ya que esta determinara la capacidad de productividad.

Determina que la probabilidad de que un equipo o máquina esté apta y preparada para la producción en un determinado periodo de tiempo.

Según World class manufacturan (2012) la disponibilidad para una herramienta que brinda la atención a un cliente de manera discontinuada y esta debe estar en el rango del 95% al 99% (p. 14).

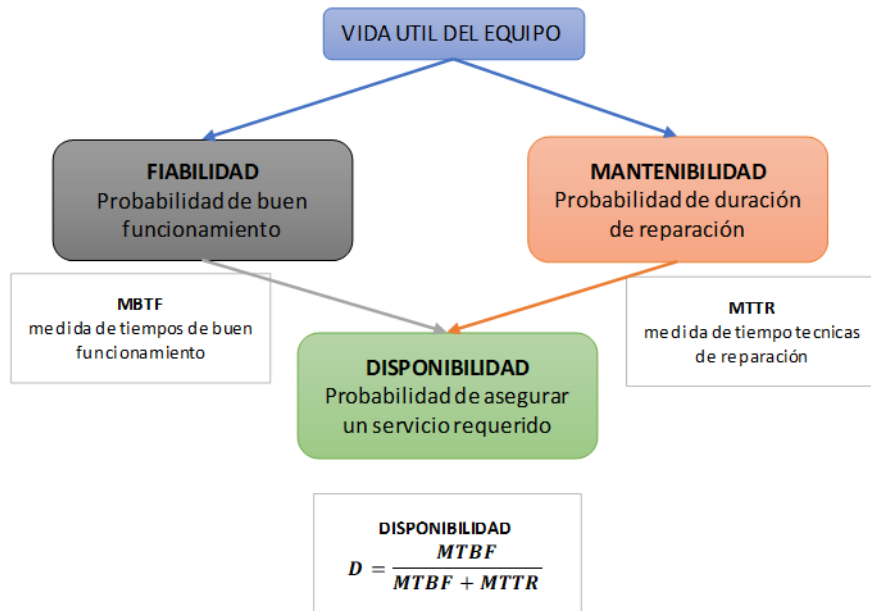


Figura 3: Vida útil del equipo; fuente: elaboración propia.

Fuente: La disponibilidad de los equipos hace referencia en el tiempo que estos se encuentran operativos periódicamente establecidos para explicar mejor la disponibilidad, a su vez se debe señalar los KPI o indicadores como son: Fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad total. (Rey Sacristán, 2001).

Los KPI o indicadores de utilizados dentro de la gestión para prevención de costos son involucrados en el costo de mantenimiento del equipo, así como también verifican los costes de mantenimiento entre los costos por adquisición del equipo.

El indicador de empleado como costo/hora nos puede dar a conocer cuáles son los costos originados en la hora de servicio y se considerará los centros de mantenimiento del equipo, (Zavala Navarro, 2018).

Fiabilidad

(González Fernández, 2005 pág. 66) Conceptualiza la fiabilidad como la capacidad que tiene un equipo para operar sin ninguna dificultad en un lapso definido, o que éste despliegue su función sin ningún fallo. Se puede medir la confiabilidad mediante el siguiente indicador; tiempo medio entre fallos (MTBF) en inglés el término es “Mean Time Between Failures”. (p. 103).

Según Creus (2005) determina a la fiabilidad como la posibilidad de que un dispositivo o aparato trabaje eficientemente durante un tiempo definido y que se encuentre en un escenario en que el servicio sea el óptimo (p. 27).

De acuerdo con Nachlas (1995) la palabra fiabilidad en un sentido coloquial se usa para calificar las aptitudes de las personas que desempeñan eficazmente sus labores. Además, se usa para explicar cómo los equipos u otros componentes funcionan correctamente. La idea es clara, pero no precisamente en lo particular exacto. Contradictorio, el indicador de la fiabilidad tiene una enunciación más técnica y no precisamente semejante. Fiabilidad es la posibilidad que un aparato o dispositivo desempeñe correctamente sus funciones pronosticadas a en un tiempo de vida útil establecido, cuando opera en condiciones climatológicas estándares para el que fue diseñado (pp.17-18).

Rodríguez (2008, p. 6) nos explica que el KPI fiabilidad es esa posibilidad que determina que un mecanismo o sistema esté en las condiciones de desarrollar su función, bajo escenarios concretos, en situaciones específicas y en un espacio de tiempo concreto. Debido a ello, la media de tiempo entre fallos (TMEF) determina la fiabilidad de los equipos o máquinas.

Mantenibilidad

(González Fernández, 2005 pág. 66) Concluye que la mantenibilidad es la capacidad de poner operativo un equipo luego de un fallo o avería. Una forma de medir la mantenibilidad es utilizando el tiempo medio de reparación o MTTR en inglés "Mean Time To Repair".

Creus (2005) Señala que la mantenibilidad de los equipos es la posibilidad de que un dispositivo con un fallo sea reparado totalmente, de manera que retorne a operación en el tiempo especificado establecido, cuando se realiza la labor de reparación esta se ejecuta las instrucciones y pautas preestablecidas.

Para Knezevic (1996) indica que la mantenibilidad es la particularidad asociada a un componente, inherente a su potencialidad de ser restaurado para seguir prestando servicio, siempre que se ejecute la actividad de mantenimiento requerida según cómo se defina. Durante la aplicación, dicho contexto es expresado en

números. De tal forma, que las peculiaridades cualitativas serán convertidas en medidas numéricas.

Rodríguez (2008, p. 7) señala que es la posibilidad que cuando un equipo se encuentra en situación de fallo, consiga ser restaurado o reparado en un término especificado en un determinado espacio y tiempo establecido, y haciendo uso de algunos recursos establecidos, Por lo tanto, el promedio entre tiempos de reparación (TPMR) define la mantenibilidad del equipo.

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general:

- ¿Cómo la aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los sopladores en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C., Huancayo-2019?

1.4.2. Problemas específicos:

- ¿Cómo la aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de los sopladores en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C., Huancayo-2019?
- ¿Cómo la aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad de los sopladores en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C., Huancayo-2019?

1.5. Justificación del estudio

1.5.1. Justificación teórica.

La presente investigación está basada en el estudio de las teorías enfocadas al plan de mantenimiento preventivo y cómo estas afectan de manera directa a la disponibilidad de los equipos. El estudio realizado es indispensable ya que aportara con conocimientos sobre el plan de mantenimiento preventivo y como este influye en los sopladores de aire de la empresa; mediante la identificación de fallas y la optimización de los tiempos de operatividad.

1.5.2. Justificación Metodológica.

La presente investigación sobre la utilización del plan de mantenimiento

preventivo se justifica metodológicamente debido a que hace uso del diseño cuasi experimental en donde se manipula la variable independiente plan de mantenimiento preventivo para ver los efectos en la variable dependiente disponibilidad y cuyo objeto de estudio son los sopladores de aire, los cuáles serán medidos para establecer su operatividad en base a mediciones como toma de tiempos en actividades, análisis de flujogramas y procedimientos.

1.5.3. Justificación práctica.

La presente investigación se justifica debido a la utilización del plan mantenimiento preventivo demostró prolongar el tiempo de vida útil de componentes y equipos en muchos otros estudios, dando resultados favorables en el incremento de disponibilidad, reducción de fallas, mejorando los planes de actividades.

Es por ello que el plan de mantenimiento preventivo es la herramienta ideal que nos ayudará a reducir la cantidad de fallos e identificarlos de manera anticipada, mejorando la toma de decisiones en cuanto a las reparaciones e incluso mejorar la programación de actividades para así aprovechar de manera más eficiente los tiempos de parada.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general:

- La aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los sopladores de aire en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C., Huancayo-2019.

1.6.2. Hipótesis específicas:

- La aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de los sopladores de aire en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C., Huancayo-2019.
- La aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad de los sopladores de aire en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C., Huancayo-2019.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general:

- Determinar de qué manera la aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los sopladores de aire en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C., Huancayo-2019.

1.7.2. Objetivos específicos:

- Determinar de qué manera la aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de los sopladores de aire en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C., Huancayo-2019.
- Determinar de qué manera la aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad de los sopladores de aire en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C., Huancayo-2019.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de la investigación

El tipo de investigación utilizado es de tipo aplicativo, tal como lo indica Vaughn (1988), en la investigación aplicada el objetivo primordial es la aplicación de los hallazgos, sean estos nuevos productos.

En cuyo caso para nuestro trabajo de investigación se aplica el plan de mantenimiento preventivo pretendiendo mejorar la disponibilidad de los sopladores de aire en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C., Huancayo-2019. De acuerdo como lo indican Baptista, Fernández y Hernández (2005) el planteamiento cuantitativo es a través de pasos y probatorio. De hecho, toda la información empleada en el presente trabajo de investigación es numéricos por lo tanto se pueden contar. En la secuencia de todo el proceso no podemos eludir ningún paso, el orden con que se debe actuar es riguroso y estricto, que siempre debe acatarse y, una vez establecidos los límites, estos deben convertirse en objetivos y cuestionamientos de investigación, en el que se establecen hipótesis y también se determinan variables; para todo esto se desarrollan planes en las cuales serán probadas; se medirán tanto la variable independiente que es el plan de mantenimiento preventivo y como esta interactúa con la variable dependiente que es la disponibilidad; se analizara toda la información obtenida, y mediante esta se establecerán las respectivas conclusiones respecto al planteamiento de dichas hipótesis.

El nivel del presente trabajo de investigación es el descriptivo – explicativo. De acuerdo con lo mencionado por Peñarrieta (2005) se establece este tipo de investigación con el fin de dar respuesta a las causas de muchos de los acontecimientos físicos o sociales. El autor concentra sus esfuerzos en responder a las causas de los acontecimientos físicos o sociales. Trata de explicar el por qué se da la ocurrencia de fenómenos y en qué tipos de condiciones estas se originan.

Quintero, Munevar y Muñoz (2002) explican que la lógica y los diversos procedimientos que se siguen en un experimento debe establecer las diferencias que ocurren en este. Hace estudio de la relación causa – efecto que se presentan en los diversos factores que intervienen y afectan al experimento, en situaciones de extremo sin el control o parámetros de precisión que deben emplearse. Esto quiere decir, que el investigador debe de diseñar un experimento, claro que la diferencia con otras investigaciones es que no se pueden controlar ni manipular

estrictamente todas las variables empleadas. Por lo tanto, estarían muchos factores importantes faltos de control. Por ello se concluye que el diseño es cuasi experimental.

2.2. Operacionalización de las variables

Variable independiente: Plan de mantenimiento preventivo, es el conjunto de actividades que tienen por objetivo prevenir o predecir las fallas en base a criterios establecidos de probabilidad de fallo. Mediante inspecciones este tipo de mantenimiento busca reducir dicha posibilidad normalmente generada por el desgaste de un elemento.

Variable dependiente: La disponibilidad de los equipos hace referencia al tiempo que está operativo un componente o equipo en un periodo determinado. Para definir la disponibilidad, a su vez se debe señalar los indicadores como son: Fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad total. (Rey Sacristán, 2001).

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES								
	VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS	ESCALA	INSTRUMENTOS
VARIABLE INDEPENDIENTE	Plan de mantenimiento preventivo	Conjunto de actividades que mejoran el cumplimiento del mantenimiento de los equipos generando menores fallas (máquina). (Palmer, 2006, p.328)	Es un conjunto de actividades diseñadas para recuperar el desgaste de un equipo, se trata de la descripción detallada de las tareas de mantenimiento preventivo asociadas a un soplador de aire, explicando las acciones, plazos y recambios a utilizar.	Plan	<p>Cumplimiento del plan = $\frac{\# \text{ OT en la FP}}{\# \text{ de OT totales}} \times 100\%$</p> <p>Donde:</p> <p>OT: Órdenes de trabajo</p> <p>FP: Fecha planificada</p> <p>(Palmer, 2006.p.330).</p>	Observación	Razón	Hojas de registros Ficha de datos
				Programación	<p>Cumplimiento de programas = $\frac{\text{H-H en TP}}{\text{H-H totales}} \times 100\%$</p> <p>HH: Horas hombre</p> <p>TP: Tiempo programado</p> <p>(Palmer, 2006. p. 330)</p>			
VARIABLE DEPENDIENTE	Disponibilidad	La disponibilidad de los equipos hace referencia al tiempo que está operativo en un período establecido. Para definir la disponibilidad, a su vez se debe señalar los indicadores como son: Fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad total. (Rey Sacristán, 2001).	Disponibilidad hace referencia a la capacidad del equipo para estar operativo, y en condiciones que no produzcan fallas ni retrasos en el cumplimiento de sus funciones.	Fiabilidad	<p>Tiempo promedio entre fallas = $\frac{\text{Horas de operación}}{\# \text{ total de fallas detectadas}}$</p> <p>Rodríguez (2008, p.6)</p>	Observación	Razón	Hojas de registros Ficha de datos
				Mantenibilidad	<p>Tiempo de reparación = $\frac{\text{Tiempo total de fallas}}{\# \text{ total de fallas detectadas}}$</p> <p>Fallas: Numero Total de Fallas detectadas en horas</p> <p>Rodríguez (2008, p.7)</p>			

Tabla 2: Operacionalización de variables; fuente: elaboración propia.

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

Namakforoosh (2005), nos indica que es de suma importancia el definir la población en el estudio; esto quiere decir, aquello que será de estudio. Una vez definida la población debemos determinar si esta es pequeña o amplia; de ser pequeña se procede con el estudio de todos sus elementos; en caso contrario la población sea grande, se procede a seleccionar una muestra que representa a la población.

En vista que la población es pequeña para nuestro trabajo de investigación se estudiará a todos sus elementos, los cuales son cinco sopladores de aire.

2.3.2. Muestra

Hernández, Fernández y Baptista (2005) indica que una muestra es, un subconjunto de elementos que representa al todo en este caso la población. Y viceversa este subgrupo de entidades pertenece al todo definitivo en sus particularidades que conocemos como población.

La muestra empleada en la investigación a desarrollar es el 100% de la población por decisión del investigador debido a que son equipos en línea, cinco sopladores de aire.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

2.4.1. Técnica

Urbano y Yuni (2006) nos da a comprender que en desarrollo y aplicación de las ciencias experimentales la técnica de recolección de datos es un punto clave en el método sistemático. Esta envergadura del método sistemático trata de dar solución a una serie de cuestionamientos vinculados a los métodos que se emplean para la obtención de datos, así como su nivel de valor como fuentes idóneas para ser consideradas datos científicos.

En esta investigación el método empleado es la observación con el propósito de analizar al detalle mínimo las operaciones de los equipos sopladores de aire.

2.4.2. Instrumentos de recopilación de datos

Urbano y Yuni (2006), estos instrumentos con los que se recolectan datos son mecanismos que confieren al investigador el papel de observador y a través de ello realizar mediciones de los hechos experimentales, son objetos generados con el fin de obtener información verídica.

Entre las más empleadas contamos con las siguientes.

Análisis de criticidad: Es un formato de registro donde se indica si el soplador necesita prioridad dentro del plan de mantenimiento preventivo.

2.4.3. Validez y Confiabilidad

Menciona Baptista, Fernández y Hernández (2005) que la validez de información representa el grado en que se mide al concepto o variable medida.

Los instrumentos fueron evaluados por magísteres expertos en el campo de investigación tratado en el presente trabajo de investigación. Mediante las evaluaciones de estos expertos se determina si los instrumentos tienen una validez y confiabilidad pertinente.

2.4.4. Procedimientos

Manipulación de variable independiente

La manipulación de la variable independiente “plan de mantenimiento preventivo” siguió las siguientes fases.

Fase n°1: Se capacito a los colaboradores de planta debido a la ausencia de conocimiento sobre el cuidado de los equipos.

Fase n°2: Se realizó un inventario de equipos, identificándolo con un código de combinaciones de alfanumérico.

Con esto podemos determinar la vida útil del equipo según el fabricante y también para tener el cumplimiento de ellos esto dependerá de los planes y organización de mantenimientos y la buena conservación de los componentes y equipos por esta razón se estableció este formato de acuerdo como se aprecia en la tabla.

 						REVISION
SOPLADORES DE AIRE						CODIGO
Item	Equipo	Marca	Modelo	Potencia HP	Serie	Voltaje
1	Soplador	Tuthil	6015-AAL.3cv	60	2642451108	380 vot.
2	Soplador	Tuthil	6015-AAL.3cv	60	2642461108	381 vot.
3	Soplador	Tuthil	3208-AAL.3C	15	2642481108	382 vot.
4	Soplador	Tuthil	3003-11L2	7.5	2642491108	383 vot.
5	Soplador	Tuthil	6015-AAL.3cv	60	2642471108	384 vot.

Tabla 3: Especificaciones técnicas del soplador de aire; fuente: Manual del equipo sopladores de aire.

Fase n°3: Se implementó las fichas técnicas de los equipos de acuerdo con el modelo del fabricante garantizándonos cuidados a tener en el plan de mantenimiento.



M-D Pneumatics®
Soplador rotatorio de desplazamiento positivo

Manual 2010 122016 SPA

ADVERTENCIA: No opere sin haber leído el manual

Qx MANUAL DEL OPERADOR

Modelos
3200 4600 6000



Soplador rotatorio de desplazamiento positivo Qx de Tuthill

Fase n°5: Estandarización del plan de mantenimiento preventivo general.



		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO - ELECTROMECHANICOS PTARD 2019																									
ITEM	ACTIVIDADES	FRECUCENCIA		CODIGO		FRECUCENCIA		CODIGO		FRECUCENCIA		CODIGO		FRECUCENCIA		CODIGO											
		SEMANAL	QUINCENAL	MENSUAL	SE	Q	M	DIARIO	BIMESTRAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	T	S	A												
		MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE					
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26
1.0	PROGRAMA SEMANAL	2-8	9-15	16-22	23-29	30-5	6-12	13-19	20-26	27-5	6-12	13-19	20-26	27-2	3-9	10-16	17-23	24-30	1-7	8-14	15-21	22-28	29-4	5-11	12-18	19-25	
	Check list de Blowers	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se
2.0	PROGRAMA QUINCENAL																										
	Limpieza de los Filtros de Aire de los Sopladores	Q	Q			Q	Q			Q	Q			Q	Q			Q	Q			Q	Q			Q	Q
	Monitoreo Electrico de los Motores - soplador	Q	Q			Q	Q			Q	Q			Q	Q			Q	Q			Q	Q			Q	Q
	Encendido en vacio y con carga del soplador	Q	Q			Q	Q			Q	Q			Q	Q			Q	Q			Q	Q			Q	Q
3.0	PROGRAMA MENSUAL																										
	Cambio de Aceite de los Sopladores	M				M				M				M				M				M				M	
	Lubricacion de Rodamientos de los Sopladores	M				M				M				M				M				M				M	
	Mantenimiento de las Bombas Sumergibles de los Ecuiladores					M				M				M				M				M				M	
	Mantenimiento de los Tableros Electricos sopladores	M				M				M				M				M				M				M	
4.0	PROGRAMA BIMESTRAL																										
	Mantenimiento de las Bombas Centrifugas de los Filtros	B								B								B									
	Cambio de Aceite de la Compresora	B								B								B									
5.0	PROGRAMA TRIMESTRAL																										
	Cambio de Filtro de Aire de los Sopladores	T												T												T	
	Cambio de los Filtros de Aire de la Compresora		T												T												
	Mantenimiento General del Cabezal de la Compresora		T												T												
6.0	PROGRAMA SEMESTRAL																										
	Cambio de Empaquetaduras del cabezal de la Compresora									S																	
	Cambio del Filtro de Hidrolina de la Unidad Hidraulica del Filtro Prensa									S																	
7.0	PROGRAMA ANUAL																										
	Cambio de los Difusores de Burbuja GRUESA (Ecuiladores)										A																
	Cambio de los Difusores de Burbuja FINA (Reactores)										A																
	Cambio de los Rodamiento de los Sopladores (10000 Horas)						A																				
	Cambio de las Fajas de los Sopladores						A																				

Tabla 4: Cronograma de mantenimiento preventivo electromecánicos; fuente: Pomalaza ingenieros.



		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO - OPERADORES PTARD																									
ITEM	ACTIVIDADES	FRECUCENCIA		CODIGO		FRECUCENCIA		CODIGO		FRECUCENCIA		CODIGO		FRECUCENCIA		CODIGO											
		TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	QUINCENAL	DIARIO	BIMESTRAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	QUINCENAL	DIARIO	BIMESTRAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	QUINCENAL										
		MAYO				JUNIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE									
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26
1.0	PROGRAMA DIARIO	2-8	9-15	16-22	23-29	30-5	6-12	13-19	20-26	27-5	6-12	13-19	20-26	27-2	3-9	10-16	17-23	24-30	1-7	8-14	15-21	22-28					
	Limpieza de Planta	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
	Limpieza de las Rejas	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
	Monitoreo de Parámetros en la Planta	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
	Monitoreo del Agua Tratada Descargada en Rio	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
	Check List de PTARD	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
	Check List de PRENSA DE LODOS	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
	Recojo de residuos de los Cilindros de la UPT	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
2.0	PROGRAMA QUINCENAL																										
	Cambio de Agua de los Lavaojos		Q				Q				Q				Q				Q				Q				Q
	Limpieza de la Trampa de Grasa		Q				Q				Q				Q				Q				Q				Q
3.0	PROGRAMA MENSUAL																										
	Limpieza de los Tanques de Recepción Primaria	M				M				M				M				M				M				M	
	Check List de Extintores	M				M				M				M				M				M				M	
	Limpieza de Grava y Carbón Activado de Filtros		M				M			M				M				M				M				M	
	Limpieza de los Tanque de Hipoclorito		M				M			M				M				M				M				M	
4.0	PROGRAMA BIMESTRAL																										
	Limpieza del Tornillo de la UPT		B							B								B								B	
5.0	PROGRAMA ANUAL																										
	Cambio del Carbón Activado y Cuarzo de los Filtros Multimedia																										

Tabla 5: Cronograma de mantenimiento preventivo operadores PTARD; fuente: Pomalaza ingenieros.



	PLAN DE MANTENIMIENTO DE SOPLADOR PTARD		MB - PTARD						
			Elaborado por:						
			Revisado por:						
			Aprobado por:						
FECHA		SEMANA		TECNICO					
TIPO DE MANTENIMIENTO		PREVENTIVO			CORRECTIVO				
BLOWERS									
BLOWERS DE ECUALIZADORES			SOPLADOR DE AIRE - REACTORES						
			MARCA TUTHIL MOD 6015 AAL POTENCIA 7.5 HP						
N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6	N° 7	N° 8	N° 9	
LUBRICACION DE RODAJES					COMENTARIOS				
GRASA									
CAMBIO DE ACEITE									
SHELL OMALA S2 G 150									
TEXACO REGAL 220									
CAMBIO DE RODAJES									
BARRAS 305E	1	2	3						
BOLAS 6305 CM	1	2	3						
CAMBIO DE SELLOS HIDRAULICOS									
SELO HIDRAULICO CR 9304	1	2							
SELO HIDRAULICO CR 9939	1	2							
CAMBIO DE FAJAS					FOTOS				
OPTIBELT 5VX 710	1	2	3						
OPTIBELT 5VX 630	1	2	3						
MOTIVO	DESILACH ADAS	HOLGAD AS	ROTURA						
ALINEAMIENTO DE FAJAS									
DESPLAZAMIENTO DE POLEA LADO MOTOR									
DESPLAZAMIENTO DE POLEA LADO BLOWER									
CAMBIO Y/O LIMPIEZA DE FILTROS DE AIRE									
TIPO A: ALT 14 cm DIAM INT 12 cm DIAM EXT 21 cm									
TIPO A: ALT 16 cm DIAM INT 12 cm DIAM EXT 21 cm									
CAMBIO DE MANGUERA									
BALFLEX DN63-2.5"									
PERNOS Y PINES CAMBIADOS									
PERNOS 655ED03P	1	2	3	4	5				
PERNOS 75A33N	1	2	3	4	5				
PINES 62V58	1	2	3	4	5				
CAMBIO DE POLEA									
POLEA DE 3 CANALES LADO MOTOR (DIAMETRO 5.5")									
POLEA DE 3 CANALES LADO BLOWER (DIAMETRO 5.5")									
POLEA DE 2 CANALES LADO MOTOR (DIAMETRO 5.5")									
POLEA DE 2 CANALES LADO BLOWER (DIAMETRO 5.5")									
NOMBRE DEL SUPERVISOR				NOMBRE DEL TECNICO					
FIRMA				FIRMA					

Figura 5: Formato plan de mantenimiento de soplador; fuente: Pomalaza ingenieros.

Fase n°6: Cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo al personal.

		REPORTE DE MANTENIMIENTO - CUMPLIMIENTO					
NOMBRE DE PERSONA QUE REPORTO EL DAÑO: Santiago Mendoza E.							
TIPO DE MAQUINA: soplador n°2			N° de Serie :		Tag:		
UBICACIÓN MAQUINA: ptard			FECHA DE REPORTE DEL DAÑO: 01/10/2019				
DATOS DEL EQUIPO							
Marca :		voltaje : 380v		Presión Aspiración: 910 mbar ABS			
Modelo: SEM.10TRCB.GCB		Rpm: 3796		Presión impulsión: 1210 mbar ABS			
Año Fabr: 2018		Amp. Equipo:		Presión diferencial Max: 0,30 bar			
T.Max:		Potencia Motor: 11KW		PRIORIDAD			
Mediciones en vacío			Mediciones con carga				
CORRIENTE	AMPERAJE	PRESION	TEMPERATURA	CORRIENTE	AMPERAJE	PRESION	TEMPERATURA
R-S: 389	R: 15.3	PSI: 90 psi	C° 60c°	R-S:	R:	PSI:	C°
R-T: 390	S: 16.5	BAR:	C° 60c°	R-T:	S:	BAR:	C°
S-T: 397	T: 15	KLB	C° 60c°	S-T:	T:	KLB	C°
Comentarios del daño o falla del equipo: Para informar que se verifico en presencia del ingeniero Jorge de ausenco, El ing. Emilio M. y Daniel Quispe de Disal, se verificaron los siguientes:							
Se realizo el Megado correspondiente a las bobinas del motor eléctrico, encontrándose dentro de su parámetro establecidos por el fabricante.							
Se realizaron la verificación del ventilador del motor, encontrándose quemado por alta temperatura							
Se encontró los terminales sueltas en las borneras del motor eléctrico.							
Las fajas de la polea se encontraron cuarteadas y resecos.							
El filtro de aire se encontraron chancados y con suciedad.							
también para hacerle de conocimiento que no cuenta con visor de aceite y con derrames de aceites.							
IMÁGENES							
<input type="button" value="Verificación de soplador en general"/>		<input type="button" value="verificación de motor elec."/>		<input type="button" value="verificación y Megado"/>			
							
OBSERVACION: El soplador no cuenta con ventilador del Motor eléctrico.							
RECOMENDACIONES: Se recomienda cambiar los repuestos y consumibles de acuerdo al fabricante.							
Electromecánico: Santiago Mendoza E.				supervisor: Diana García.			

Figura 6: Formato reporte de mantenimiento; fuente: Pomalaza ingenieros.

Control de variables extrañas:

De acuerdo a esta investigación no existen variables extrañas.

2.5. Métodos de análisis de datos

En una investigación el instrumento importante es la estadística para el análisis de datos donde se cuantifican los indicadores de cada una de las variables y se procede con la elaboración tablas dinámicas y de frecuencias el cual el investigador debe de explicar los resultados en este proyecto se utilizará la estadística descriptiva como enfoque para el diagnóstico de los datos que obtenemos por nuestros instrumentos.

2.6. Aspectos éticos

La presente tesis cumple con los parámetros de transparencia, ética, valores y honestidad, con el propósito de dar solución al problema hallado en el equipo soplador de aire.

III. RESULTADOS

3.1. Análisis descriptivo

Análisis descriptivo indicador cumplimiento de planificación.

Cumplimiento de Planificación			
MES	n° O.T.T	n° O.T	Antes
nov.	30	19	0.63
dic.	30	17	0.57
ene	30	15	0.50
feb	30	18	0.60
mar	30	16	0.53
abr.	30	17	0.57

Tabla 6: Cumplimiento de planificación antes; fuente: elaboración propia.

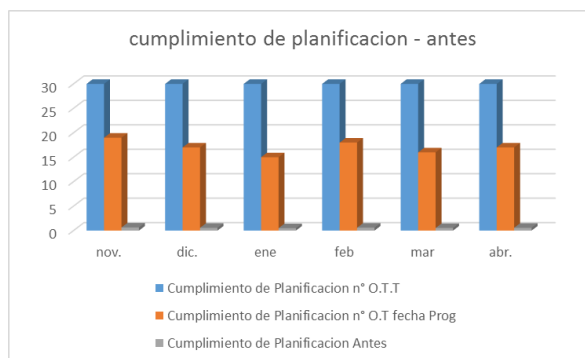


Figura 7: Barras del cumplimiento de planificación antes; fuente: elaboración propia.

Cumplimiento de Planificación			
MES	n° OTT	n° OT fecha Prog	Despues
may	30	29	0.97
jun	30	25	0.83
jul	30	24	0.80
ago	30	27	0.90
set	30	24	0.80
oct	30	26	0.87

Tabla 7: Cumplimiento de planificación después; fuente: elaboración propia.

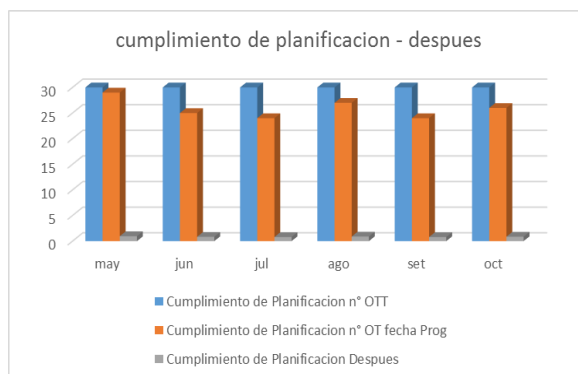


Figura 8: Barras del cumplimiento de planificación después; fuente: elaboración propia.

Análisis descriptivo indicador cumplimiento de programación

Cumplimiento de Programacion			
MES	H.h.Total	Hh T. P	Antes
nov.	360	259	0.72
dic.	360	263	0.73
ene	360	282	0.78
feb	360	274	0.76
mar	360	260	0.72
abr.	360	242	0.67

Tabla 8: Cumplimiento de programación antes; fuente: elaboración propia.

Cumplimiento de Programacion			
MES	H.h.Total	Hh T. Prog	Despues
may	360	348	0.97
jun	360	300	0.83
jul	360	336	0.93
agos	360	315	0.88
set	360	346	0.96
oct	360	327	0.91

Tabla 9: Cumplimiento de programación después; fuente: elaboración propia.

Según la tabla observamos el antes y después del empleo del plan de mantenimiento preventivo.

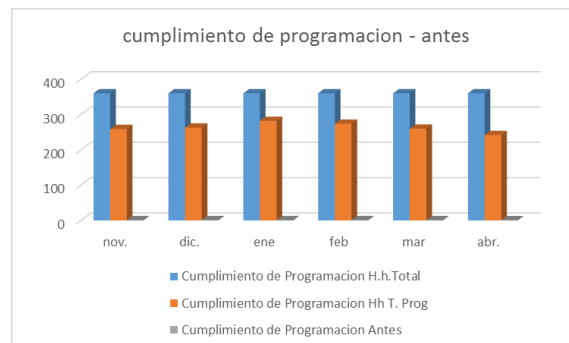


Figura 9: Barras de cumplimiento de programación antes; fuente: elaboración propia.

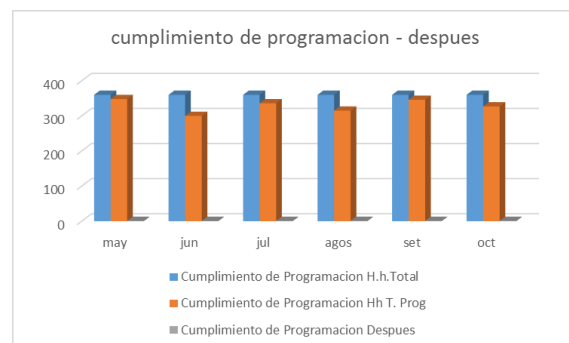


Figura 10: Barras cumplimiento de programación después; fuente: elaboración propia.

Análisis descriptivo de la variable disponibilidad

Mantenibilidad			
MES	ANTES	MES	DESPUES
may	0,197	nov.	0,14
jun	0,19	dic.	0,08
jul	0,17	ene	0,09
agos	0,27	feb	0,06
set	0,24	mar	0,09
oct	0,29	abr.	0,12

Tabla 10: Mantenibilidad antes y después; fuente: elaboración propia.

FIABILIDAD			
MES	ANTES	MES	DESPUES
nov.	3,63	nov.	8,08
dic.	3,03	dic.	7,2
ene	3,24	ene	5,4
feb	2,83	feb	5,2
mar	3,59	mar	7,9
abr.	4,43	abr.	8,2

Tabla 11: Fiabilidad antes y después; fuente: elaboración propia.

Según la tabla observamos el antes luego el después del empleo del plan de mantenimiento.

3.2. Análisis diferencial

3.2.1. Análisis de la hipótesis general.

Ha: el empleo del plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C. Huancayo – 2019.

Para constatar la hipótesis general es primordial determinar si los datos que pertenecen a la disponibilidad del antes y después tienen un comportamiento paramétrico. Se procederá al análisis de normalidad mediante el estadístico de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PLAN_MANTTO_ANTES	,195	6	,200*	,975	6	,923
PLAN_MANTTO_DESPUES	,184	6	,200*	,907	6	,419

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 12: Prueba de normalidad plan de mantenimiento antes y después; fuente: SPSS.

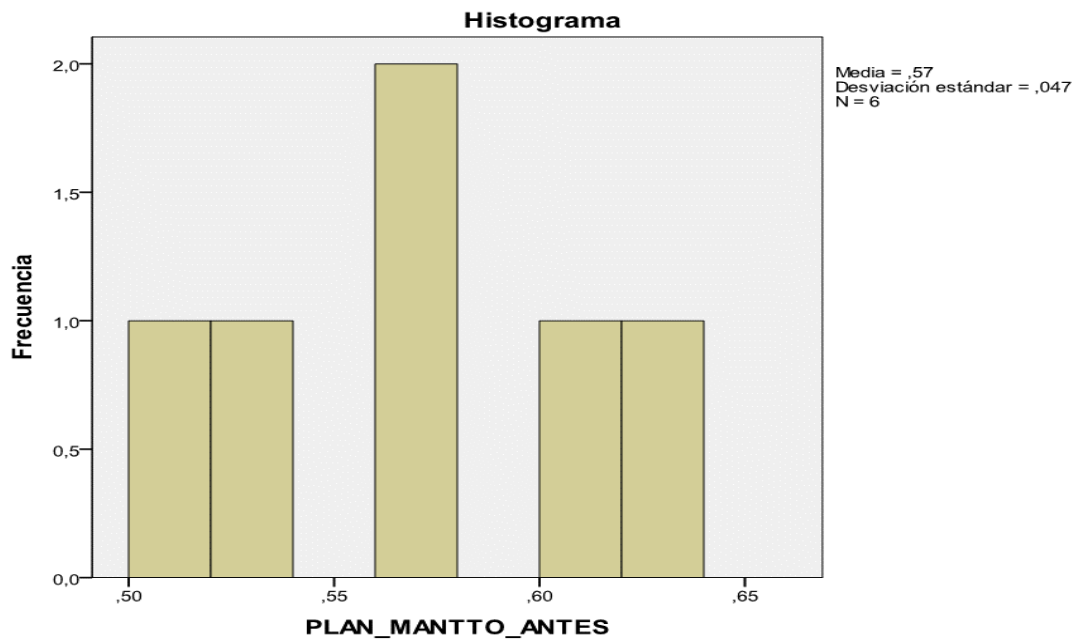


Figura 11: Histograma plan de mantenimiento; fuente: SPSS.

De la tabla, se observa que los valores de significancia del plan de mantenimiento antes y después tiene un valor mayor a 0.05, por lo que representan un comportamiento paramétrico. Se procederá con el análisis de la t de student para comprobar si la disponibilidad ha mejorado.

Contrastación de la hipótesis general

Ho: La aplicación del plan de mantenimiento preventivo no mejora la disponibilidad en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C. Huancayo, 2019.

Ha: La aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C. Huancayo, 2019.

Regla de decisión:

Si valor $\rho \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si valor $\rho > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	PLAN_MANTTO_ANTES	,5667	6	,04676	,01909
	PLAN_MANTTO_DESPUES	,8617	6	,06616	,02701

Tabla 13: Estadística prueba T-Student; fuente: SPSS.

Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	PLAN_MANTTO_ANTES & PLAN_MANTTO_DESPUES	6	,933	,007

Tabla 14: Correlación del plan de mantenimiento antes y después; fuente: SPSS.

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	PLAN_MANTTO_ANTES - PLAN_MANTTO_DESPUES	-.29500	,02811	,01147	-.32450	-.26550	-25,709	5	,000

Tabla 15: Prueba de muestras emparejadas del plan de mantenimiento antes y después; fuente: SPSS.

Fiabilidad

De la Tabla N^a, se verifica que la significancia es menor a 0.05, por tanto, de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, que la aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C. Huancayo, 2019.

3.2.2. Análisis de la hipótesis específica 1

Ha: La aplicación del plan de Mantenimiento Preventivo mejora la fiabilidad en la empresa en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C. Huancayo, 2019

Para contrastar la hipótesis específica 1 se determinará si los datos tienen un comportamiento paramétrico. Se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si $p_{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
FIABILIDAD_ANTES	,215	6	,200*	,933	6	,602
FIABILIDAD_DESPUES	,247	6	,200*	,813	6	,076

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 16: Prueba de normalidad de la fiabilidad antes y después; fuente: SPSS.

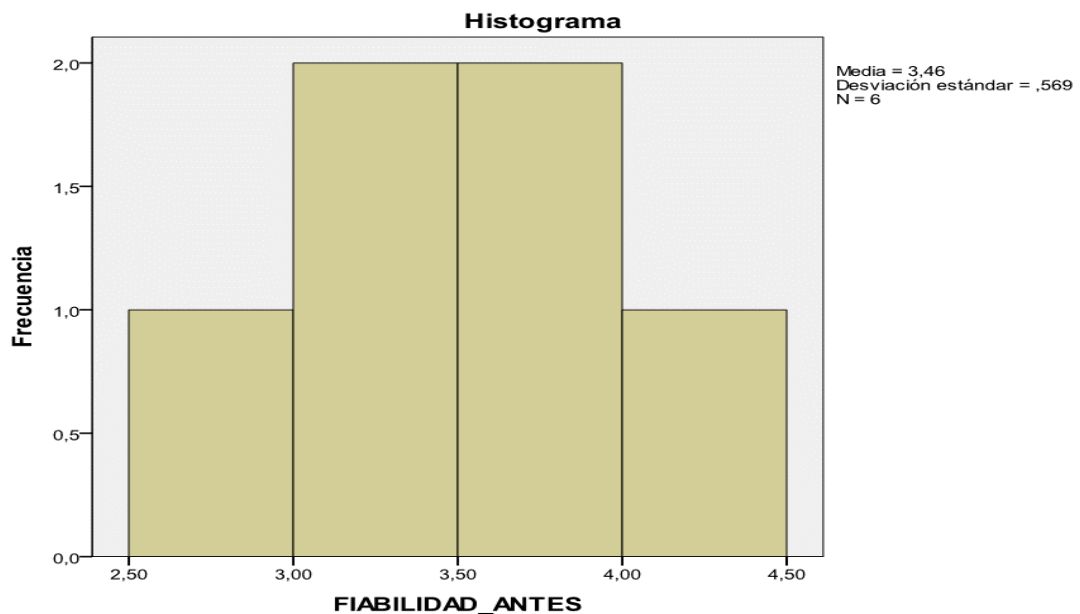


Figura 12: Histograma de la fiabilidad; fuente: SPSS.

De la tabla, se observa que los valores de significancia de la fiabilidad antes y después tiene un valor mayor a 0.05, por lo que representan un comportamiento paramétrico. Se procederá con el análisis de la t de student para comprobar si la fiabilidad ha mejorado.

Contrastación de la hipótesis específica 1

Ho: La aplicación del plan de mantenimiento preventivo no mejora la fiabilidad en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C, Huancayo - 2019

Ha: La aplicación del mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C, Huancayo - 2019.

Regla de decisión:

Si valor $p \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si valor $p > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	FIABILIDAD_ANTES	3,4583	6	,56866	,23216
	FIABILIDAD_DESPUES	6,9967	6	1,36061	,55547

Tabla 17: Estadística prueba T-Student; fuente: SPSS.

Correlaciones de muestras emparejadas

	N	Correlación	Sig.
Par 1 FIABILIDAD_ANTES & FIABILIDAD_DESPUES	6	,740	,092

Tabla 18: Correlación de muestras emparejadas fiabilidad antes y después; fuente: SPSS.

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	FIABILIDAD_ANTES - FIABILIDAD_DESPUES	-3,53833	1,01431	,41409	-4,60278	-2,47388	-8,545	5	,000

Tabla 19: Prueba de muestras emparejadas de la fiabilidad antes y después; fuente: SPSS.

Mantenibilidad

De la Tabla N^a, se verifica que la significancia es menor a 0.05, por tanto de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna de que la aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C. Huancayo, 2019.

3.2.3. Análisis de la hipótesis específica 2

Ha: La aplicación del plan de Mantenimiento Preventivo mejora la mantenibilidad en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C. Huancayo, 2019.

Para contrastar la hipótesis general se determinará si los datos tienen un comportamiento paramétrico. Se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MANTENIBILIDAD_ANTES	,228	6	,200*	,930	6	,578
MANTENIBILIDAD_DESPUES	,258	6	,200*	,950	6	,741

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 20: Prueba de normalidad mantenibilidad antes y después; fuente: SPSS.

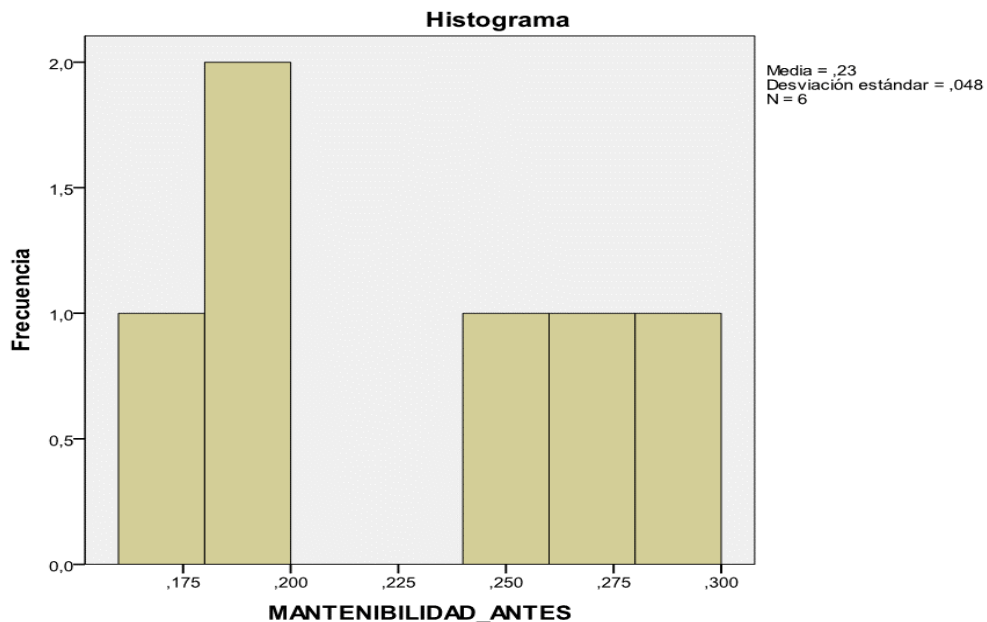


Figura 13: Histograma de mantenibilidad; fuente: SPSS.

De la tabla, se observa que los valores de significancia de la mantenibilidad antes y después tiene un valor mayor a 0.05, por lo que representan un comportamiento paramétrico. Se procederá con el análisis de la t de student para comprobar si la mantenibilidad ha mejorado.

Contrastación de la hipótesis específica 2

Ho: La aplicación del plan de mantenimiento preventivo no mejora la mantenibilidad en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C, Huancayo - 2019

Ha: La aplicación del mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C, Huancayo - 2019.

Regla de decisión:

Si valor $\rho \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si valor $\rho > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Estadísticas de muestras emparejadas

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1 MANTENIBILIDAD_ANTES	,2262	6	,04796	,01958
MANTENIBILIDAD_DESPUES	,0967	6	,02875	,01174

Tabla 21: Prueba T-Student de la mantenibilidad antes y después; fuente: SPSS.

Correlaciones de muestras emparejadas

	N	Correlación	Sig.
Par 1 MANTENIBILIDAD_ANTES & MANTENIBILIDAD_DESPUES	6	-,072	,892

Tabla 22: Correlación de muestras emparejadas de mantenibilidad antes y después; fuente: SPSS.

Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 MANTENIBILIDAD_ANTES - MANTENIBILIDAD_DESPUES	,12950	,05767	,02354	,06898	,19002	5,501	5	,003

Tabla 23: Prueba de muestras emparejadas de la mantenibilidad antes y después; fuente SPSS.

IV.DISCUSIÓN

En la investigación realizada, se demostró la aplicación del plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad del soplador de aire, en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C. Huancayo – 2019, mediante el cual se ha podido observar reducción de horas de paradas de indisponibilidad debido a fallos y en los mantenibilidad y fiabilidad.

De los resultados obtenidos se redujo tiempos de paradas imprevistas en el equipo soplador de aire en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C. Huancayo – 2019.

Los resultados de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad reducen los tiempos de paro en el equipo.

El cumplimiento de planificación incrementó a un 0,87 al término de la investigación y redujo la indisponibilidad por fallo en el equipo en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C. Huancayo, Perú – 2019 generando un incremento de horas de funcionamiento del soplador de aire.

V. CONCLUSIONES

Después del análisis de la presente investigación, se llega a las siguientes conclusiones.

- La implementación del plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los sopladores de aire en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C. Huancayo, 2019. Además, con un cumplimiento de planificación antes de 0,63 después a un 0,87 y el cumplimiento de la programación antes de 0.72 después a un 0,91.
- El uso del plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad reduce las horas de paradas imprevistas en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C. Huancayo, – 2019.
- La aplicación del plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad reduce las horas de paradas en la mantenibilidad en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C. Huancayo – 2019 ya que al haberse reducido la frecuencia de fallos de un 0,197 al inicio del estudio y al final del estudio en 0,12 esta a su vez refleja una reducción considerable.
- La aplicación del plan de mantenimiento centrado en la fiabilidad garantiza que el soplador tenga mayores horas de funcionamiento, en la empresa Pomalaza Ingenieros S.A.C. Huancayo – 2019 en la primera etapa de evaluación presento 3,63 en promedio y después un 8,2 % en promedio. Logrando las horas de funcionamientos.

VI.RECOMENDACIONES

Después de haber demostrado que, mediante la aplicación del plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad, se logra reducir los tiempos de paradas de los equipos sopladores de aire, se recomienda lo siguiente:

La aplicación del plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad debe ser de manera continua; a través de la obtención de datos y comparación de resultados obtenidos de manera continua mediante los indicadores tiempo promedio entre fallas, tiempo de reparación.

Referente al a los cumplimientos de la planificación y cumplimiento de programa se recomienda al personal de mantenimiento, deben ser involucrados de manera directa en las buenas prácticas para que tengan conocimiento pleno de lo que representan las fallas y así lograr que se cumpla de manera efectiva.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALEXANDER, CASTAÑEDA COTRINA YHOR. 2017. *GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA CONFIABILIDAD Y DISPONIBILIDAD DE LAS ELECTROBOMBAS CENTRIFUGAS EN MINERIA YANACOCHA, 2017.* Yanacocha : s.n., 2017.

Antonio Armas, Luis Rene. 2016. *GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD MECÁNICA DE LA MAQUINARIA DE CONFITADOS EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS S.R.L. HUANCAYO :* UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ, 2016.

Arias Paéz, Franci Lorena y Pedraza Paéz, Iván Esteban. 2017. *DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE CLIMATIZACION DEL INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA BASADO EN LA METODOLOGIA RCM II.* BOGOTA : UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, 2017.

Barco Sandoval, Diana Thalia. 2017. *APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA TEJIDOS GLOBAL S.A.C. DEL DISTRITO DE ATE VITARTE, LIMA, 2017.* LIMA : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, 2017.

Bütikofer Lagos, Gastón. 2017. *OPTIMIZACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE FLOTAS EN BASE A TECNICAS DE CLUSTERING Y APRENDIZAJE SUPERVISADO.* SANTIAGO DE CHILE : UNIVERSIDAD DE CHILE, 2017.

Carbajal Tacanga, Pedro Oswaldo. 2016. *IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA FLOTA VEHICULAR DE LA EMPRESA DE TRANSPORTE EL DORADO S.A.C. TRUJILLO :* UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO, 2016.

García Esparza, Cesar David. 2015. *MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA CALIDAD EN EL SERVICIO EN EL DEPARTAMENTO DE ALTA TENSIÓN DE STC METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO.* DISTRITO FEDERAL DE MEXICO : INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL, 2015.

Garrido, Santiago García. 2009-2012. *Los Objetivos del mantenimiento.* 2009-2012.

González Fernández, Francisco Javier. 2005. *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado.* Madrid : FC Editorial, 2005. Vol. 2da. Edición. 8496169499.

Horna Jara, Julio Cesar. 2016. *Implementar un plan de mantenimiento para mejorar la confiabilidad de excavadoras de la empresa Yahuar Huaca SAC - Cajamarca - 2016.* Cajamarca : Universidad Cesar Vallejo, 2016.

Jiménez Raya, Fernando. 2015. *Mantenimiento preventivo de sistemas de automatización industrial. ELEM0311.* Malagá : IC Editorial, 2015. 97884941983392.

Mejía Cueva, Ricardo. 2017. *Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para mejorar la productividad de la empresa ERSA transportes y servicios S.R.L.* Chiclayo : Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2017.

Mosquera Peña, Pedro Miguel. 2018. *PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DEL CARGADOR FRONTAL 962H EN LA EMPRESA ECOSERMY-YAULI.* HUANCAYO : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ, 2018.

Paredes Torres, Paul Fernando. 2018. *Implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), al Shiploader de minerales del muelle "F", de la empresa Terminal Internacional del Sur (terminal portuario de Matarani).* Arequipa : Universidad Católica de Santa María, 2018.

Quispe Segura, Johana Elizabeth. 2017. *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento para un establecimiento de venta al público de GNV.* LIMA : UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, 2017.

Servicio Técnico 24. **Richarte, Javier. 2018.** 24, Argentina : REDUSERS, 2018, Vol. 24.

Tuesta Yliquin, Jehysson Miguel. 2014. *PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS PESADOS DE LA EMPRESA*



OBRAINSA. PORV. CONSTITUCIONAL DEL CALLAO : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO, 2014.

Zavala Navarro, Maycold Alexis. 2018. *Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos médicos en ESSALUD – Virú 2018.* Trujillo - Viru : s.n., 2018.

- <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/26894>
- https://books.google.com.pe/books/about/Mantenimiento_preventivo_de_sistemas_de.html?id=EP1qDwAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=true
- https://books.google.com.pe/books/about/Teor%C3%ADa_y_pr%C3%A1ctica_del_mantenimiento_in.html?id=OzwXOAKv_QAC&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/12268>
- <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/257>
- <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/6969>
- <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3632>
- <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/8567>
- <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4505>
- <http://148.204.210.201/tesis/1485361991578TESISGARCAES.pdf>
- <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/149529/Optimizacion-del-mantenimiento-preventivo-de-flotas-en-base-a-tecnicas-de-clustering.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/6080/1/AriasP%C3%A1ezFanciLorena2017.pdf>
- [zavala_nm.pdf \(2.745Mb\) http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/26894](http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/26894)

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Formato de registro de la mejora; fuente: Pomalaza ingenieros.

			REGISTRO DE DATOS DESPUES DE LA MEJORA																	
			SOPLADOR N°1			SOPLADOR N°2			SOPLADOR N°3			SOPLADOR N°4			SOPLADOR N°5			TOTAL		
Fecha	Horas	Fallas	TTF (t. total fallas)	Horas	Fallas	TTF (t. total fallas)	Horas	Fallas	TTF (t. total fallas)	Horas	Fallas	TTF (t. total fallas)	Horas	Fallas	TTF (t. total fallas)	Horas	Fallas	TTF (min)		
01-10-19	12	4	23	24	2	11	11	2	33	11	1	12	24	4	77	82	13	156		
02-10-19	12	3	33	24	3	11	12	2	44	12	0	0	24	3	20	84	11	108		
03-10-19	12	3	65	24	2	12	11	3	22	12	2	6	24	4	30	83	14	135		
04-10-19	12	0	0	24	2	12	11	4	20	12	3	74	24	1	30	71	10	136		
05-10-19	12	4	22	24	2	33	11	3	43	12	3	2	24	2	15	83	14	115		
06-10-19	12	1	11	24	1	40	12	2	88	12	3	43	24	2	12	84	9	194		
07-10-19	12	3	12	24	2	21	10	4	40	12	2	12	24	1	15	82	12	100		
08-10-19	12	0	0	24	1	20	10	2	33	12	2	12	24	1	12	70	6	77		
09-10-19	12	1	2	24	2	12	10	1	80	12	1	90	24	1	30	82	6	214		
10-10-19	12	1	22	24	0	0	11	1	3	12	1	11	24	1	30	83	4	66		
11-10-19	12	5	15	24	4	23	11	4	74	12	0	0	24	3	30	83	16	142		
12-10-19	12	3	15	24	3	40	11	3	76	12	1	11	24	0	0	83	10	142		
13-10-19	12	1	13	24	2	120	12	1	19	12	1	7	24	3	30	84	8	189		
14-10-19	12	3	26	24	1	10	10	3	71	12	0	0	24	1	120	82	8	227		
15-10-19	12	3	33	24	3	11	10	2	33	12	2	33	24	1	1	82	11	111		
16-10-19	12	6	17	24	2	44	11	1	20	12	1	5	24	1	25	83	11	111		
17-10-19	12	6	28	24	1	11	11	6	33	12	2	5	24	2	5	83	17	82		
18-10-19	12	0	0	24	0	0	11	5	66	12	0	0	24	2	30	83	7	96		
19-10-19	12	1	15	24	0	0	11	3	12	12	2	12	24	1	1	59	7	40		
20-10-19	12	1	22	24	0	0	11	1	110	12	1	22	24	1	12	59	4	166		
21-10-19	12	5	12	24	0	0	11	2	70	12	1	12	24	2	1	59	10	95		
22-10-19	12	4	87	24	0	0	11	1	5	12	0	0	24	1	19	59	6	111		
23-10-19	12	3	66	24	0	0	12	1	69	12	2	19	24	1	20	60	7	174		
24-10-19	12	2	22	24	3	62	12	0	0	12	1	22	24	1	30	84	7	136		
25-10-19	12	6	13	24	1	12	10	1	5	12	0	0	24	2	17	82	10	47		
26-10-19	12	5	32	24	2	22	10	2	33	12	1	20	24	3	30	82	13	137		
27-10-19	12	5	43	24	2	33	11	2	63	12	2	4	24	3	20	83	14	163		
28-10-19	12	3	34	24	1	42	11	3	5	12	1	5	24	1	30	83	9	116		
29-10-19	12	2	23	24	1	43	11	1	33	12	3	12	24	1	22	83	8	133		
30-10-19	12	2	32	24	1	10	11	0	0	12	0	0	24	1	30	83	4	72		
31-10-19	12	5	22	24	0	0	11	1	22	12	2	23	24	1	30	83	9	97		
total mes	372	91	760	744	44	655	339	67	1225	371	41	474	744	52	774	2426	295	3888		
horas			12.66667			10.916667			20.416667			7.9			12.9			64.73		

disal Valor en gestión de residuos			REGISTRO DE DATOS DESPUES DE LA MEJORA												POMALAZA INGENIEROS			
Fecha	SOPLADOR N°1			SOPLADOR N°2			SOPLADOR N°3			SOPLADOR N°4			SOPLADOR N°5			TOTAL		
	Horas	Fallas	TTF (t. total fallas)	Horas	Fallas	TTF (t. total fallas)	Horas	Fallas	TTF (t. total fallas)	Horas	Fallas	TTF (t. total fallas)	Horas	Fallas	TTF (t. total fallas)	Horas	Fallas	TTF(m in)
01-05-19	12	1	30	12	2	11	11	1	11	12	1	8	12	1	11	59	6	71
02-05-19	12	0	0	12	2	12	12	1	13	12	2	7	12	1	12	60	6	44
03-05-19	12	1	22	12	2	15	12	1	8	12	1	6	12	1	4	60	6	55
04-05-19	12	0	0	12	1	16	12	3	6	12	2	5	12	0	0	60	3	27
05-05-19	11	2	20	12	1	13	11	1	9	12	2	5	12	1	16	58	7	63
06-05-19	11	2	14	12	2	11	11	2	10	12	2	12	12	2	12	58	10	59
07-05-19	12	2	20	11	2	14	12	1	14	12	1	5	12	1	6	59	7	59
08-05-19	12	1	11	12	2	8	12	1	16	12	2	6	12	1	34	60	7	75
09-05-19	12	3	12	11	2	9	12	1	5	12	3	4	12	2	5	59	11	35
10-05-19	12	2	43	12	1	10	12	1	5	12	2	4	12	1	2	60	5	57
11-05-19	12	3	23	12	1	11	12	2	5	12	1	12	12	2	5	60	9	56
12-05-19	11	0	20	12	1	15	12	2	10	12	1	12	12	7	4	59	11	61
13-05-19	11	1	40	12	2	12	12	2	11	12	2	15	12	2	5	59	9	83
14-05-19	12	2	20	12	3	14	12	2	12	12	1	13	12	1	9	60	9	68
15-05-19	12	1	32	11	2	13	12	1	10	12	1	11	12	1	10	59	6	76
16-05-19	12	1	99	12	1	12	12	3	13	12	1	2	11	2	23	59	7	147
17-05-19	12	1	23	12	3	15	12	2	11	12	2	14	12	1	14	60	9	77
18-05-19	12	0	2	12	2	13	12	3	13	12	1	2	11	1	15	59	7	45
19-05-19	12	1	23	12	3	12	12	2	9	12	2	4	12	1	12	48	7	56
20-05-19	12	1	32	11	2	12	12	3	8	11	1	6	12	1	4	58	8	62
21-05-19	12	2	14	12	2	16	12	3	11	12	1	6	12	3	12	60	11	59
22-05-19	12	1	23	11	4	17	12	3	12	12	2	5	12	2	12	59	12	69
23-05-19	12	0	0	12	2	12	12	2	11	12	2	8	12	1	45	60	7	76
24-05-19	12	2	23	12	1	14	12	3	12	11	2	12	11	0	0	58	8	61
25-05-19	12	1	32	12	1	5	12	1	13	12	1	12	12	2	7	60	5	64
26-05-19	12	0	0	12	1	8	12	1	10	12	1	13	12	1	5	60	4	36
27-05-19	12	1	24	12	2	6	12	2	11	12	1	12	11	2	4	59	8	57
28-05-19	12	2	30	11	2	10	12	2	13	12	1	8	12	0	0	59	7	61
29-05-19	12	1	15	12	3	11	11	2	21	12	1	12	12	2	32	59	9	91
30-05-19	12	1	13	12	2	11	12	3	18	12	2	11	12	0	0	60		
31-05-19	12	1	12	11	1	12	11	1	12	12	1	12	12	1	45	58	5	93
total mes	368	37	672	365	58	370	367	58	343	370	46	264	368	44	365	1826	226	1943
horas			11.2			6.1666667			5.7166667			4.4			6.0833333			32.38



Anexo 2: Datos para Hallar variable de mejora; fuente: Pomalaza ingenieros.



disal Valor en gestión de residuos			DATOS PARA HALLAR LA VARIABLE DESPUES DE LA MEJORA							POMALAZA INGENIEROS		
fecha	fallas (total)	TTF(horas)	mantenibilidad	Horas OP.	fiabilidad	disponibilidad	%	DEFICIENCIA	%			
MAY	226	32.38	0,14	1826	8,08	0,98	98%	0,02	2%			
JUN	232	18.02	0,08	1670	7,2	0,99	99%	0,01	1%			
JUL	327	29.2	0,09	1759	5,4	0,98	98%	0,02	2%			
AGOS	363	20.35	0,06	1895	5,2	0,99	99%	0,01	1%			
SET	362	31.8	0,09	2843	7,9	0,99	99%	0,01	1%			
OCT	295	64.73	0,22	2427	8,2	0,97	97%	0,03	3%			
			$tpmr = ttf / (+total fallas)$		tiempopromedio entre fallas=horas de operación/suma numero total fallas		disponibilidad=fiabilidad/ fiabilidad + mantenibilidad					

disal		REGISTRO DE DATOS DESPUES DE LA MEJORA												POMALAZA INGENIEROS							
SOPLADOR N°1				SOPLADOR N°2				SOPLADOR N°3				SOPLADOR N°4				SOPLADOR N°5				TOTAL	
Fecha	Horas	Fallas	TTF (t. total fallas)	Horas	Fallas	TTF (t. total fallas)	Horas	Fallas	TTF (t. total fallas)	Horas	Fallas	TTF (t. total fallas)	Horas	Fallas	TTF (t. total fallas)	Horas	Fallas	TTF (min)			
01-08-19	24	1	12	24	7	12	12	2	10	12	1	11	0	0	0	72	11	45			
02-08-19	24	5	11	24	8	12	12	1	11	12	1	11	0	0	0	72	15	45			
03-08-19	24	0	15	24	6	12	12	2	13	12	1	12	0	0	0	72	9	52			
04-08-19	24	8	11	24	9	12	12	1	12	12	0	0	0	0	0	72	18	35			
05-08-19	24	0	0	24	5	12	12	3	11	12	1	13	0	0	0	72	9	36			
06-08-19	24	1	12	24	2	12	12	3	12	12	2	10	0	0	0	72	8	46			
07-08-19	24	3	25	24	2	11	12	3	12	12	1	14	0	0	0	72	9	62			
08-08-19	24	1	12	24	1	11	12	3	12	12	1	12	0	0	0	72	6	47			
09-08-19	24	1	14	24	1	11	12	3	12	12	10	54	0	0	0	72	15	91			
10-08-19	24	1	11	24	1	11	12	3	12	12	0	0	0	0	0	72	5	34			
11-08-19	24	1	14	24	1	11	12	3	12	12	2	15	0	0	0	72	7	40			
12-08-19	24	6	12	24	1	11	12	3	12	12	7	22	0	0	0	72	17	57			
13-08-19	24	3	12	24	1	11	12	3	12	12	5	14	0	0	0	72	12	49			
14-08-19	24	1	12	24	1	11	12	1	12	12	5	20	0	0	0	48	8	55			
15-08-19	24	1	10	24	3	12	12	0	0	12	1	10	0	0	0	72	5	32			
16-08-19	24	1	13	24	3	12	12	2	10	12	5	13	0	0	0	72	11	48			
17-08-19	24	1	13	24	2	12	12	2	12	12	3	32	0	0	0	72	8	37			
18-08-19	24	1	12	24	2	12	12	1	11	12	1	16	0	0	0	72	5	51			
19-08-19	24	1	6	24	2	12	12	1	13	12	0	0	0	0	0	72	4	31			
20-08-19	24	0	0	12	6	5	12	0	0	12	1	12	0	0	0	60	7	17			
21-08-19	24	0	0	12	7	11	12	2	11	12	3	10	0	0	0	60	12	32			
22-08-19	24	0	0	12	1	13	12	0	0	12	2	14	0	0	0	60	3	27			
23-08-19	24	7	10	12	1	13	12	3	13	12	2	2	0	0	0	60	13	38			
24-08-19	24	6	10	12	1	13	12	2	11	12	2	11	0	0	0	60	11	45			
25-08-19	24	9	12	12	5	13	12	0	0	12	1	11	0	0	0	60	15	36			
26-08-19	24	4	13	12	3	13	12	1	11	12	2	15	0	0	0	60	10	52			
27-08-19	24	2	12	12	2	33	12	1	15	12	0	0	0	0	0	60	5	60			
28-08-19	24	2	3	24	0	0	12	1	8	12	1	3	0	0	0	0	0	0			
29-08-19	24	2	11	24	0	0	12	1	6	12	1	7	0	0	0	0	0	0			
30-08-19	24	1	12	24	0	0	11	1	4	12	0	0	0	0	0	0	0	0			
31-08-19	24	0	0	24	1	0	11	2	3	12	2	18	0	0	0	71	5	21			
total mes	744	70	310	648	85	334	370	54	293	372	64	382	0	0	0	1895	263	1221			
horas			5.166667			5.566667			4.883333			6.366667			0			20.35			

Anexo 4: Plan de mantenimiento preventivo; fuente: Pomalaza ingenieros.

disal		POMALAZA INGENIEROS																				
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO - OPERADORES PTARD		FRECUCENCIA CODIGO		FRECUCENCIA CODIGO																		
		Trimestral	T	Diario	D																	
		Semestral	S	Bimestral	B																	
		Anual	A																			
		QUINCENAL	Q																			
ITEM	ACTIVIDADES	MAYO		JUNIO		AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE								
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21
1.0	PROGRAMA DIARIO	2-8	9-15	16-22	23-29	30-5	6-12	13-19	20-26	27-5	6-12	13-19	20-26	27-2	3-8	10-16	17-23	24-30	1-7	8-14	15-21	22-28
	Limpieza de Planta	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	Limpieza de las Rejas	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	Monitoreo de Parámetros en la Planta	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	Monitoreo del Agua Tratada Descargada en Rio	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	Check List de PTARD	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	Check List de PRENSA DE LODOS	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	Recojo de residuos de los Cilindros de la UPT	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
2.0	PROGRAMA QUINCENAL																					
	Cambio de Agua de los Lavajos		Q	Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q
	Limpieza de la Trampa de Grasa		Q	Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q
3.0	PROGRAMA MENSUAL																					
	Limpieza de los Tanques de Recepción Primaria		M			M				M				M							M	
	Check List de Extintores		M			M				M				M							M	
	Limpieza de Grava y Carbón Activado de Filtros		M			M				M				M							M	
	Limpieza de los Tanque de Hipoclorito		M			M				M				M							M	
4.0	PROGRAMA BIMESTRAL																					
	Limpieza del Tomillo de la UPT		B							B											B	
5.0	PROGRAMA ANUAL																					
	Cambio del Carbón Activado y Cuazo de los Filtros Multimedia																					

		PLAN DE MANTENIMIENTO DE SOPLADOR PTARD			MB - PTARD												
													Elaborado por:				
													Revisado por:				
													Aprobado por:				
FECHA		SEMANA		TECNICO													
TIPO DE MANTENIMIENTO				PREVENTIVO				CORRECTIVO									
BLOWERS																	
BLOWERS DE ECUALIZADORES				SOPLADOR DE AIRE - REACTORES													
				MARCA TUTHIL MOD 6015 AAL POTENCIA 7.5 HP													
N° 1		N° 2		N° 3		N° 4		N° 5		N° 6		N° 7		N° 8		N° 9	
LUBRICACION DE RODAJES								COMENTARIOS									
GRASA																	
CAMBIO DE ACEITE																	
SHELL OMALA S2 G 150																	
TEXACO REGAL 220																	
CAMBIO DE RODAJES																	
BARRAS 305E		1		2		3											
BOLAS 6305 CM		1		2		3											
CAMBIO DE SELLOS HIDRAULICOS																	
SELLO HIDRAULICO CR 9304				1		2											
SELLO HIDRAULICO CR 9939				1		2											
CAMBIO DE FAJAS								FOTOS									
OPTIBELT 5VX 710		1		2		3											
OPTIBELT 5VX 630		1		2		3											
MOTIVO		DESILACH ADAS		HOLGADAS		ROTURA											
ALINEAMIENTO DE FAJAS																	
DESPLAZAMIENTO DE POLEA LADO MOTOR																	
DESPLAZAMIENTO DE POLEA LADO BLOWER																	
CAMBIO Y/O LIMPIEZA DE FILTROS DE AIRE																	
TIPO A: ALT 14 cm DIAM INT 12 cm DIAM EXT 21 cm																	
TIPO A: ALT 16 cm DIAM INT 12 cm DIAM EXT 21 cm																	
CAMBIO DE MANGUERA																	
BALFLEX DN63-2.5"																	
PERNOS Y PINES CAMBIADOS																	
PERNOS 655ED03P		1		2		3		4		5							
PERNOS 75A33N		1		2		3		4		5							
PINES 62V58		1		2		3		4		5							
CAMBIO DE POLEA																	
POLEA DE 3 CANALES LADO MOTOR (DIAMETRO 5.5")																	
POLEA DE 3 CANALES LADO BLOWER (DIAMETRO 5.5")																	
POLEA DE 2 CANALES LADO MOTOR (DIAMETRO 5.5")																	
POLEA DE 2 CANALES LADO BLOWER (DIAMETRO 5.5")																	
NOMBRE DEL SUPERVISOR				NOMBRE DEL TECNICO													
FIRMA				FIRMA													

			REGISTRO DE DATOS DESPUES DE LA MEJORA															
Fecha	SOPLADOR N°1			SOPLADOR N°2			SOPLADOR N°3			SOPLADOR N°4			SOPLADOR N°5			TOTAL		
	Horas	Fallas	TTF (t. total fallas)	Horas	Fallas	TTF (t. total fallas)	Horas	Fallas	TTF (t. total fallas)	Horas	Fallas	TTF (t. total fallas)	Horas	Fallas	TTF (t. total fallas)	Horas	Fallas	TTF(min)
01-06-19	12	0	0	12	0	0	12	1	11	12	1	12	12	1	11	60	3	34
02-06-19	11	2	11	12	1	11	12	3	12	12	1	11	12	1	2	59	8	47
03-06-19	11	1	12	12	2	12	11	2	12	12	3	12	12	1	12	58	9	60
04-06-19	12	2	11	12	2	11	11	1	12	12	1	11	12	1	12	59	7	57
05-06-19	12	0	0	11	1	12	11	1	11	12	2	12	11	3	3	57	7	38
06-06-19	12	2	6	11	2	9	12	1	11	12	3	12	12	3	3	55	11	41
07-06-19	12	1	6	11	2	8	12	1	11	12	3	12	12	1	5	59	8	42
08-06-19	11	1	6	12	1	11	12	0	0	12	0	0	11	1	2	58	3	19
09-06-19	12	1	3	12	1	5	12	2	12	12	3	2	12	2	2	12	9	24
10-06-19	12	2	3	11	1	5	11	1	2	12	2	4	12	1	3	58	7	17
11-06-19	12	1	3	12	1	5	12	2	12	12	1	4	12	1	2	60	6	26
12-06-19	12	2	6	12	1	5	12	0	0	11	1	4	12	2	12	59	6	27
13-06-19	12	0	0	12	1	5	12	2	2	11	0	0	12	1	12	59	4	19
14-06-19	12	2	12	12	1	3	12	1	5	11	1	12	11	1	3	58	5	32
15-06-19	11	1	12	11	3	12	12	1	5	11	1	4	11	0	0	56	6	33
16-06-19	11	2	3	12	3	12	12	3	5	11	1	32	11	2	3	57	11	55
17-06-19	11	0	0	11	2	13	12	2	6	11	1	4	12	1	4	57	6	27
18-06-19	12	2	11	11	2	14	11	1	5	12	1	4	11	1	2	57	7	36
19-06-19	11	1	12	12	2	15	12	6	4	12	3	4	11	0	0	58	12	35
20-06-19	12	2	12	12	1	9	12	5	5	12	5	12	11	2	2	59	15	40
21-06-19	11	1	11	12	0	0	12	3	4	12	3	5	11	1	2	58	8	22
22-06-19	11	2	15	11	1	8	11	3	12	11	1	5	11	5	3	55	12	43
23-06-19	12	2	2	11	1	11	12	2	11	11	1	5	11	3	3	57	9	32
24-06-19	11	2	12	12	1	9	12	1	4	11	3	12	11	1	4	57	8	41
25-06-19	12	1	11	12	2	6	12	1	2	12	1	11	12	3	11	60	8	41
26-06-19	12	2	8	12	2	11	12	0	0	12	2	13	12	3	2	60	9	34
27-06-19	11	1	8	12	1	12	12	1	4	12	2	2	11	1	5	58	6	31
28-06-19	12	2	9	11	2	11	11	2	5	11	1	33	11	1	5	56	8	63
29-06-19	12	1	5	12	0	12	11	2	11	11	1	2	11	1	6	57	5	36
30-06-19	12	1	2	11	2	9	11	3	4	11	1	2	12	2	12	57	9	29
total me	349	40	212	349	42	266	351	54	200	348	50	258	345	47	147	1670	232	1081
horas			3.533333			4.433333			3.333333			4.3			2.45			18,02

Anexo 7: Cronograma de trabajo de investigación; fuente: diseño propio.

Ítem	Actividades	Cronograma de trabajo de investigación																	
		ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	set-19	oct-19	nov-19							
1	Recolección de información inicial del área de mantenimiento de la empresa Pomalaza Ingenieros s.a.c.																		
2	Estudio de la averiguación reunir y enfocarse de las posibles causas																		
3	Orientación al problema y posibles resultados																		
4	evaluación de las fallas con las paradas imprevistas del equipo soplador de aire.																		
5	calculo de tiempo operativo sin considerar tiempos de paradas del equipo soplador de aire.																		
6	calculo de tiempo de paradas imprevistas debido a las fallas que ocurre en el equipo																		
7	operación del promedio de costo debido a la indisponibilidad por los fallos del equipo soplador de aire.																		
8	calculo de costos debido a mantenimientos correctivos																		
9	creación del mantenimiento centrado en la disponibilidad del equipo soplador de aire.																		
10	evaluación del implementación y verificación de los resultados del proyecto.																		

Tuthill
PUMP YOUR HEART INTO IT

M-D Pneumatics®
Soplador rotatorio de desplazamiento positivo

Manual 2010 122016 SPA

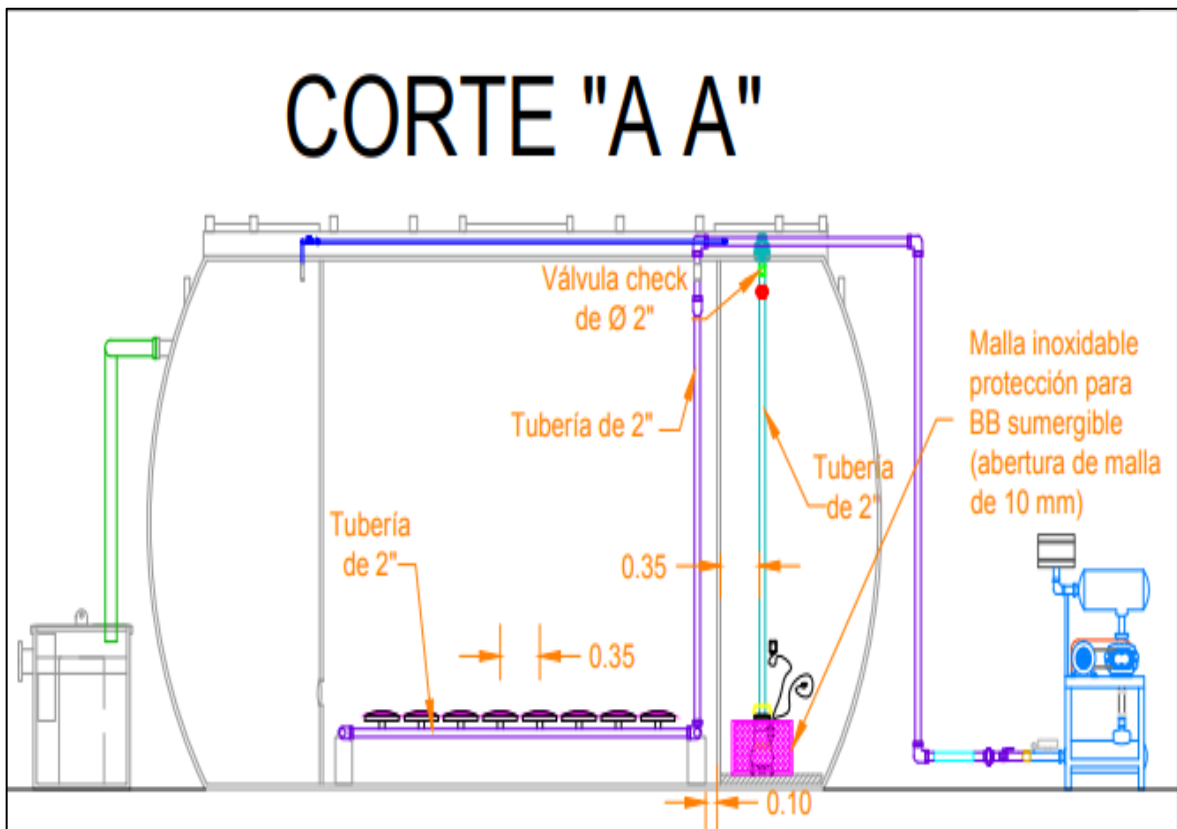
ADVERTENCIA: No opere sin haber leído el manual

Qx
MANUAL DEL OPERADOR



Modelos
3200 4600 6000



Soplador rotatorio de desplazamiento positivo Qx de Tuthill



Anexo 10: Formato de reporte de inconvenientes de los sopladores; fuente: Pomalaza ingenieros.

 INCONVENIENTES DE SOPLADOR PTARD NOVIEMBRE 2018 A OCTUBRE DEL 2019 											
ITEM	NOMBRE	MARCA	MODELO	AMPERAJE	POTENCIA	N° EQUIPO	AREA	VOLTAJE	RPM	SERIE	HORAS DE FUNCIONAMIENTO / DIA - NOCHE
1	SOPLADOR	TUTHIL	6015 AAL			3	PTAR			2642451109	24 h
2	MOTOR ELEC.	MAXPE		162/80.9	60 HP	3	PTAR	190/380	1778		
3	SOPLADOR	TUTHIL	6015 AAL			2	PTAR			2642451108	24 h
4	MOTOR ELEC.	MAXPE		162/80.9	60 HP	2	PTAR	190/380	1778	FWP7115635003	
5	SOPLADOR	TUTHIL	6015 AAL			1	PTAR			2642471110	24 h
6	MOTOR ELEC.	MAXPE		162/80.9	60 HP	1	PTAR	190/380	1778	FWP7115635004	
7	SOPLADOR	TUTHIL	3003-2LL2			5	PTAR			2642491113	24 h
8	MOTOR ELEC.	MAXPE		21.3/10.7	7.5 HP	5	PTAR	190/380	1775	FWP6116098015	
9	SOPLADOR	TUTHIL	3203-AAL3CV			4	PTAR			2642481112	24 h
10	MOTOR ELEC.	MAXPE		39.6/19.8	15 HP	4	PTAR	190/380	1770	FWP6116381003	

Anexo 11: Datos de los equipos; fuente: Pomalaza ingenieros.



 						REVISION
SOPLADORES DE AIRE <small>Gestión de Servicios Ambientales</small>						CODIGO
Item	Equipo	Marca	Modelo	Potencia HP	Serie	Voltaje
1	Soplador	Tuthil	6015-AAL.3cv	60	2642451108	380 vot.
2	Soplador	Tuthil	6015-AAL.3cv	60	2642461108	381 vot.
3	Soplador	Tuthil	3208-AAL.3C	15	2642481108	382 vot.
4	Soplador	Tuthil	3003-11L2	7.5	2642491108	383 vot.
5	Soplador	Tuthil	6015-AAL.3cv	60	2642471108	384 vot.

Figura n°1: soplador n°3



figura n°2, 3 y 4: verificación de análisis vibracionales.

