

Diseño de programa de mantenimiento a sistema de compresores Informe Técnico

Ruiz Hernández Ximena Adamari, Arias Prieto María Isabel, Castillo Zaragoza Enrique,
Rodríguez López Julio Cesar, Fernández Vásquez Celia,
Programa Educativo de Mantenimiento área Industrial
Universidad Tecnología del Centro de Veracruz
Cuitláhuac, Veracruz, México

20193g101348@utcv.edu.mx, maría.arias@utcv.edu.mx, enrique.castillo@utcv.edu.mx,
julio.rodriguez@utcv.edu.mx, celia.fernandez@utcv.edu.mx

Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Cuerpo Académico: Gestión de Calidad y Eficiencia Industrial.

LIADT:

1. Calidad, Eficiencia y Mantenimiento de los Procesos Industriales.

Diseño de programa de mantenimiento a sistema de compresores

Ruiz Hernández Ximena Adamari, Arias Prieto María Isabel, Castillo Zaragoza Enrique,

Rodríguez López Julio Cesar, Fernández Vásquez Celia

Programa Educativo de Mantenimiento área Industrial

Universidad Tecnología del Centro de Veracruz

Cuitláhuac, Veracruz, México

20193g101348@utcv.edu.mx, maría.arias@utcv.edu.mx, enrique.castillo@utcv.edu.mx,

julio.rodriguez@utcv.edu.mx, celia.fernandez@utcv.edu.mx

Resumen

Un plan de mantenimiento ayuda evitar paros de producción, eliminar fallas, sino que también mejora la seguridad, asegura la continuidad del servicio y la minimización del tiempo de inactividad, aumenta la eficiencia energética, por lo que se refleja en ahorro de dinero para la empresa. El objetivo del presente proyecto es diseñar un programa de mantenimiento preventivo a sistema de compresores que permita mantener a los equipos en funcionamiento, analizar y buscar disminuir el número de fallas mediante la aplicación de AMEF y/o diagrama de Ishikawa. En este proyecto se realizó una investigación de tipo descriptivo, ya que se muestra con detalle el análisis las fallas en los compresores. El instrumento para la recolección de datos para la disponibilidad de los equipos es la aplicación de check-list (Hoja de recolección de datos), y una entrevista aplicada a los operarios. Las fases de metodología fueron cuatro: en primer lugar, se realizó un reconocimiento del área, se inspeccionó el espacio en donde se encuentran los equipos para la observación de su funcionamiento e identificación de las fallas; en la siguiente fase, se realizó, una recolección de datos de investigación, se recopilaron todos los datos necesarios de las máquinas, se aplicó una entrevista a los operarios, a partir de los resultados obtenidos, se analizaron los problemas más frecuentes, así como el proceso que se aplica para repararlas; en la tercera etapa diseño del programa, se realizó el formato para la mejora al sistema de compresores, mediante la información recabada, se determinó la frecuencia del mantenimiento, y cuáles son las actividades que tienen que realizarse, para lograrlo se aplicó un AMEF y diagrama de Ishikawa; por ultimo en la fase cuatro, se realizó la implementación, en esta fase se ejecutó el programa de mantenimiento al sistema de compresores, y se logró observar cómo redujeron las fallas en el sistema de compresores de la empresa. La contribución de la investigación para la empresa, donde se realizó el proyecto, fue una disminución los tiempos por mantenimiento, y por consiguiente se aumentó la disponibilidad de un 63.85 % a un 74.5% en promedio para los tres compresores intervenidos.

Palabras clave:

Programa de mantenimiento, Sistema de compresores, Calculo de la disponibilidad, MTTR, MTBF

Introducción

Actualmente en la empresa “Fabrica dedicada a la elaboración de limas”, ubicada en la ciudad de Fortín de la Flores, Veracruz, está dedicada a fabricación de herramientas de mano metálicas sin motor. Dentro de la planta se encuentra una red de compresores, estos equipos tienen como función alimentar a la mayoría de las máquinas que se encuentran dentro de la empresa y hacerlas funcionar, puesto que necesitan de estos equipos y su potencia para realizar sus respectivas tareas, ya que, reprimen el aire que se extrae del exterior, y cuando lo expulsa lo hace con mucha más fuerza debido a la compresión, eso es lo que le permite utilizarlo para mandar la presión a la maquinaria no convencional que se utilizan para fabricar las diferentes herramientas en la empresa. Este sistema de compresores, ha tenido problemas en su funcionamiento regularmente cada semana, aumentando el número de fallas de 3 hasta 5.

Los trabajadores que se encuentran a cargo de esta área, realizan un mantenimiento preventivo cada semana, aunque en ocasiones que no lo ejecutan de la manera correcta; cabe mencionar que la mayoría no tiene la capacitación necesaria para llevar a cabo el debido mantenimiento. Además, el plan de mantenimiento que se encuentra en esta área, está diseñado para personal técnico. Lo que ocasiona, en algunos casos, que la empresa tenga que contratar servicio de mantenimiento externo, citando que tengan que corregir los defectos. Como resultado, caemos en la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo analizar las fallas ocurridas en un sistema de compresores para proponer un correcto mantenimiento?

Discusión (Temas)

Este capítulo está enfocado al desarrollo de actividades de forma detallada, el proceso de elaboración, enfocando precisamente a las investigaciones en el marco teórico. Para evidenciar dichas actividades se tomó como herramienta la captura de pantalla de los sitios web que se utilizaron para la búsqueda de información, así como también algunas tablas e imágenes a partir de las cuales se recabaron datos.

Fase 1: Reconocimiento del área

En esta etapa se realizó el reconocimiento del sistema de compresores dentro de la empresa, donde hubo un recorrido en esta área por el asesor a cargo del turno. Esto con el fin de observar el entorno donde se encuentran los equipos a analizar. Teniendo en cuenta que únicamente se encuentran compresores. Cabe mencionar que se dedicaron alrededor de 2 horas para el reconocimiento del área, puesto que es un espacio no tan grande, y solo se cuenta con este tipo de máquinas.



Imagen 1. Compresor 1. Fuente: Elaboración propia.

En la imagen 1 se muestra el compresor desde un ángulo en el cual se logra ver el filtro, el motor, los tubos por donde escapan los gases y el tanque de almacenamiento.

En la imagen 2 se logra apreciar la parte frontal del tanque de almacenamiento, las válvulas de seguridad y parte del motor, así como las mangueras de salida.



*Imagen 2. Compresor 2. Fuente:
Elaboración propia.*

Fase 2 Recolección de datos e Investigación

En esta fase se presentan los formatos de recolección de datos y la elaboración de las herramientas de gestión de calidad; cómo se realizó el Diagrama de Ishikawa y porqué de las fallas plasmadas en el AMEF. Todo esto, es con el fin de aclarar todos los pasos que llevaron a cabo en este proyecto. También cabe mencionar, que se registró la información necesaria de la forma más entendible.

a) Recolección de datos

Al momento de recabar los datos de los equipos, se necesitó analizar el funcionamiento de los compresores y así reconocer las fallas más frecuentes, de inmediato se pidió el registro de actividades de mantenimiento que se realizaban anteriormente. Estos datos son plasmados en captura de pantalla y fichas técnicas.

De igual forma se presentó una entrevista al asesor industrial que tiene suma importancia en la realización del proyecto, para mantener al tanto la situación que se encuentra en el sistema de compresores a analizar. A continuación, se muestra la ficha técnica realizada del modelo de compresor que se encuentra dentro de este Sistema de compresores en el que se está realizando este proyecto.

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO				
NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	MODELO	NO. DE SERIE	FABRICANTE
COMPRESOR	INGERSOLL RAND	SSR-XF 150	F13955U96305	INGERSOLL RAND COMPANY
CAPACIDAD	MAX. PRESIÓN DE DESCARGA	PRESIÓN NOMINAL DE FUNCIONAMIENTO	VOLTIOS	CONTROL DE TENSIÓN
739 CFM	103 PSIG	100 PSIG	460	120
CARACTERÍSTICAS				
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTOGRAFÍA DEL EQUIPO		
<ul style="list-style-type: none"> • ALTO RENDIMIENTO A BAJAS VELOCIDADES. • CILINDROS DE HIERRO FUNDIDO. • COMPRESOR DE MENOR Y ALTA FRECUENCIA. 				
FUNCIÓN				
<p>TOMA EL AIRE/GAS DEL AMBIENTE, LO ALMACENA Y COMPRIME DENTRO DE UN DEPÓSITO, UNA VEZ ALMACENADO, LO UTILIZAN PARA DARLE POTENCIA A MAQUINARIA NEUMÁTICA.</p>				

Tabla 1. Ficha técnica de compresor INGERSOLL

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO				
NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	MODELO	NO. DE SERIE	FABRICANTE
COMPRESOR	CURTIS	CML25	620025109	CURTIS MASTER LINE
DESCRIPCIÓN	MAX. PRESIÓN DE DESCARGA	PRESIÓN NOMINAL DE FUNCIONAMIENTO	VOLTIOS	ALARMA DE TEMPERATURA
220V/440V/60Hz Transmisión por banda.	116 PSI	94 PSI	220	108°C
CARACTERÍSTICAS				
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTOGRAFÍA DEL EQUIPO		
<ul style="list-style-type: none"> • ALTO RENDIMIENTO A BAJAS VELOCIDADES. 				
FUNCIÓN				
<p>TOMA EL AIRE/GAS DEL AMBIENTE, LO ALMACENA Y COMPRIME DENTRO DE UN DEPÓSITO, UNA VEZ ALMACENADO, LO UTILIZAN PARA DARLE POTENCIA A MAQUINARIA NEUMÁTICA.</p>				

Tabla 2. Ficha técnica de compresor CURTIS

Las fichas técnicas presentadas anteriormente son un ejemplo de los 2 modelos de compresores que se manejan en la empresa, ambos son compresores de tornillo. La única diferencia es que el compresor de la marca CURTIS es manejado únicamente para remplazar la función a algún otro equipo en reparación, y son los únicos que no presentan fallas.

b) Elaboración de Check list (Hoja de recolección de datos).

Se elaboró un Check list del sistema de compresores, aunque también sirvió para recolectar información del estado de los compresores.

	Compresor 1	Compresor 2	Compresor 3
Numero de Mantto. Preventivo por mes			
Duración de cada mantto.	horas	horas	horas
Intervención 1			
Intervención 2			
Intervención 3			
Intervención 4			

Tabla 3. Check list. Fuente: Elaboración propia.

c) Captura de pantalla de registro de horas de mantenimiento

En esta ocasión se requirió la base de datos, con información acerca del mantenimiento para analizar el proceso que realizan a los equipos. De igual forma, es necesario saber este tipo de datos para el diseño del programa que se propone.

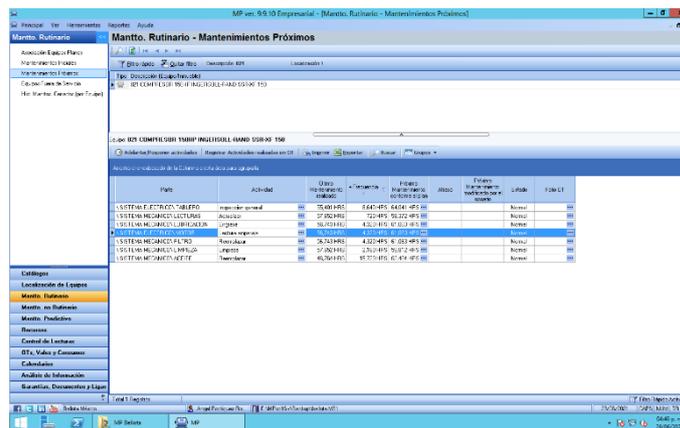


Imagen 3. Captura de pantalla de horas de mantenimiento a compresores. Fuente: Registros de mantenimiento en software MP de la empresa.

d)

En este apartado se realiza la descripción del análisis en el sistema de compresores. Puesto que se dio a la tarea de aplicar herramientas de gestión de calidad, que en este caso son: Diagrama de Ishikawa y AMEF. Estas herramientas brindan el apoyo de analizar detalladamente las fallas con las que cuentan estos equipos.

Se realizó el diagrama de Ishikawa; diagrama que identifica problemas de calidad y les da solución al representar de forma gráfica los factores que involucran la ejecución de un proceso;

con el fin de llegar a la problemática que se presenta, incluyendo el espacio (personal) y herramientas que se utilizan para su proceso de mantenimiento.

Los datos que se presentan a continuación son de acuerdo a las causas que se presentan en el sistema de compresores. Además, son gracias al análisis del técnico encargado del turno, el asesor industrial y la practicante.

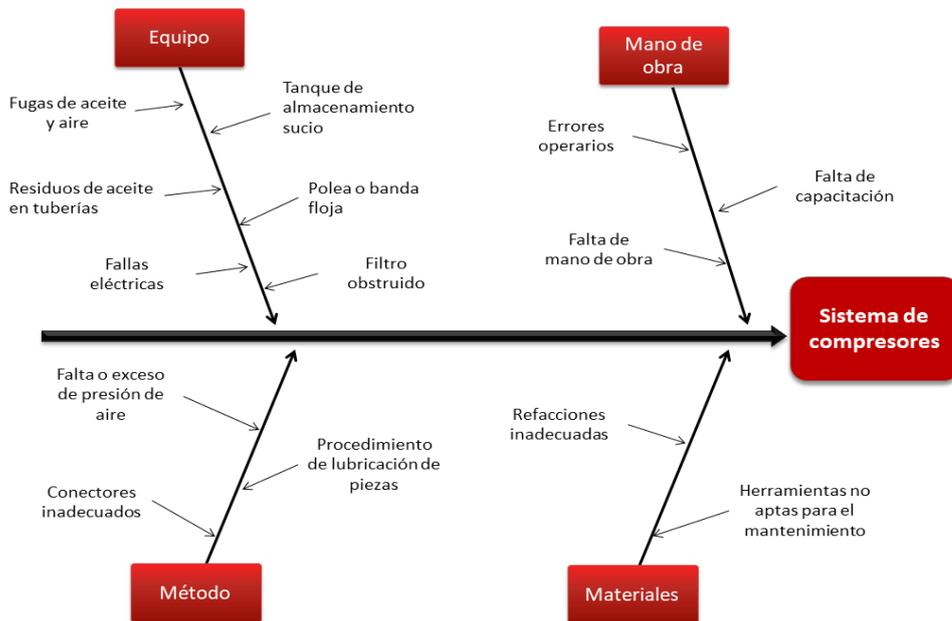


Imagen 4. Diagrama de Ishikawa. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el diagrama, la causa mayor es el “Equipo”; es lo que causa mayor problema en este sistema de compresores. Ya que cuenta con mayor pos-causa, estos datos plasmados fueron recolectado mediante una serie de preguntas al técnico mecánico encargado del área de compresores.

A partir de esto se logra enlistar las fallas más frecuentes que presentan los equipos y realizar el AMEF. Realización de AMEF con las fallas más frecuentes, gracias a los datos arrojados por el diagrama de Ishikawa realizado.

AMEF

Fallas en los compresores			Fecha de inicio:				Acciones recomendadas
			S	O	D	NPR	
Acciones a analizar	Modo de fallo	Efecto de la falla					
Fugas de aceite y aire	Mala colocación de manguera o tubería.	Desperdicio de la cantidad específica de aire y/o aceite.	8	7	5	280	La colocación de mangueras y tubería debe ser correcta para evitar esta situación.
Tanque de almacenamiento sucio.	No drenado en tiempo y forma.	Genera oxidación externa y el daño puede ser mayor.	6	3	3	54	Programar el tiempo correcto para evitar que se haga la falla.
Residuos de aceite en tuberías.	La limpieza no fue realizada de buena manera.	Provoca ruido o sobrecalentamiento en el evaporador.	7	4	2	56	La limpieza se realizará de manera consecutiva
Polea o banda floja.	Desajuste o mal apriete en estas partes del compresor.	Genera ruidos anormales o mayores.	6	3	2	36	El ajuste debe asegurarse bien las partes para no ocasionar ruido.
Fallas eléctricas	Falta de corriente en la red eléctrica.	El compresor no arranca o hace que su funcionamiento no sea el normal.	4	2	2	16	Inspeccionar la corriente para evitar algún fallo.
Filtro obstruido	Mala limpieza o no ha sido cambiado.	Puede causar reducciones en la entrega de aire y disminuir el desempeño	6	4	3	72	Limpieza correcta o cambio de filtro si es necesario.

Tabla 4. AMEF para Sistema de compresores. Fuente: Elaboración propia.

El número de prioridad de riesgo (NPR) es el producto matemático de la severidad, la ocurrencia y la detección. Este valor se emplea para identificar los riesgos más serios para buscar acciones correctivas. En esta ocasión los datos arrojan, con un NPR de 280 que la acción que más provoca la falla son las Fugas de aceite y aire.

Fase 3: Diseño del programa

En esta fase se crea el diseño de programa de mantenimiento al “Sistema de compresores” en la empresa. En este Programa se puede apreciar las actividades pertinentes para los equipos de este sistema.

Las acciones propuestas van de acuerdo a las necesidades del equipo completo, ya que es necesario que los compresores se mantengan en buen estado.

Acción	Pieza	Intervalo de tiempo (o el que ocurra primero)						
		Horas de funcionamiento	1 semana	1 mes	3 meses	6 meses	1 año	2 años
Inspeccionar	Nivel del refrigerante	Semanalmente	X					
Inspeccionar	Temperatura de descarga (aire)	Semanalmente	X					
Inspeccionar	Diferencia de presión del elemento separador	Semanalmente	X					
Inspeccionar	Filtro de aire delta P (a plena carga)	Semanalmente	X					
Ajuste	Mangueras y tuberías	Semanalmente	X					
Cambiar	Filtro del refrigerante	150	X (cambio inicial solamente)					
Verificar	Sensor de temperatura	1000			X			
Cambiar	Mangueras	8000						X
Cambiar	Filtro del refrigerante	2000					X (cambios subsiguientes)	
Análisis	De refrigerante	2000					X	
Análisis	De vibraciones	2000					X	
Limpiar	Orificio y rejilla de barrido del separador	4000					X	
Limpiar	Núcleo del enfriador	4000				X		
Cambiar	Filtro de aire	4000				X		
Limpiar	Filtro de aire	Semanalmente	X					
Cambiar	Refrigerante	8000						X
Inspeccionar	Contactores	8000					X	
Dar servicio	Lubricación del motor del ventilador	Véase en apartado de Anexos.						

Tabla 5. Programa de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se dará una breve explicación de cómo se llegó a la mención de las actividades propuestas en este Programa:

- Análisis de refrigerante y vibraciones

Partiendo de un modo de funcionamiento habitual y mediante la supervisión de forma periódica del estado de los fluidos y las vibraciones es posible identificar cualquier desviación repentina o aumento significativo, e investigarse para precisar su origen. Un diagnóstico más rápido de problemas potenciales puede significar un ahorro de dinero al evitar costosas averías y reducir o eliminar los tiempos muertos. Además, la supervisión periódica del estado también ayuda a maximizar el intervalo de tiempo entre las costosas tareas de mantenimiento preventivo, como las reconstrucciones de componentes y los cambios de refrigerante.

- Lubricación del motor (Tabla en apartado de Anexos)

Intervalo de relubricación (o 9 meses, el que ocurra primero)

- 1000 horas todos los motores accionadores totalmente encerrados enfriados por ventilador de 60 Hz.
- 2000 horas todos los motores accionadores abiertos a prueba de goteo de 60 Hz y todos los motores de ventiladores.

El alivio de grasa puede ocurrir a lo largo del eje, impidiendo la necesidad de retirar este tapón si es inaccesible. Los accesorios de admisión de la pistola de grasa y los tapones de salida (o los alivios cerrados por resorte) están localizados en cada extremo del alojamiento del motor. El extremo impulsor de alivio sobresale de la circunferencia de la porción inferior del extremo macho cerca de un perno de la brida. Los tapones de salida del extremo impulsado están

localizados justo detrás de la brida en el área de toma de aire, en la posición de las 5 ó 6 horas en punto.

- Refrigerante

Este debe ser el recomendado por el fabricante:

- Refrigerante Ultra (Llenado en fábrica estándar)
- Grado de calidad para alimentos X-TEND (Opcional)

El refrigerante Ultra es un refrigerante con base de poliglicol. Cambiar el refrigerante Ultra cada 8000 horas o cada 2 años, el que ocurra primero.

El refrigerante de calidad para alimentos X-TEND es un refrigerante con base de polialfaolefina. Cambiar cada 8000 horas o cada 2 años, el que ocurra primero.

Nota: Tabla de ejemplo en Anexos

Fase 4: Implementación del programa

En esta etapa del proyecto, se llega a la implementación del programa diseñado para notar si se presentan cambios o no en las fallas de los equipos. Para esto se dedicó un cierto tiempo para evidenciar el proceso de implementación y adaptación del Programa.

En el siguiente capítulo se muestran los “Resultados” que tuvo el diseño de programa de mantenimiento a “Sistema de compresores” de la empresa. Resaltando los indicadores Disponibilidad y Mantenibilidad se notará la disminución de fallas en los equipos que presentan más fallas.

Resultados

Este apartado muestra los indicadores de mantenimiento calculado en el comienzo de las prácticas y después de la implementación del programa de mantenimiento. Para esto se representa de la siguiente manera:

En la empresa “Fabrica dedicada a la elaboración de limas” se encuentra un “Sistema de compresores”. Estamos hablando que solo 4 de 10 compresores presentan fallas por fugas de aceite y/o aire, entre otras. En este caso los equipos han las siguientes intervenciones (acciones/actividades):

Nota: Compresores de tornillo de la marca INGERSOLL

- ✓ Compresor 1: N° serie F13955U96305
- ✓ Compresor 2: N° serie F13956U68521
- ✓ Compresor 3: N° serie F13958U32470

(Únicos modelos de compresores que presentan fallas)

Evaluación inicial (4/mayo/2021-4/junio/2021)

La siguiente tabla es un formato utilizado para la recolección de tiempos, para calcular la disponibilidad de los compresores.

	Compresor 1	Compresor 2	Compresor 3
Numero de Mantto. Preventivo por mes	6	6	6
Duración de cada mantto.	8 horas	8 horas	8 horas
Intervención 1	Cambio de filtro del refrigerante (24 horas)	Drenado de tanque de almacenamiento (32 horas)	Cambio del filtro de aire (6 horas)
Intervención 2	Cambio de mangueras (12 horas)	Ajuste de conexiones eléctricas (24 horas)	Limpieza de rejilla del separador (20 horas)
Intervención 3	Limpieza de rejilla del separador (20 horas)	Engrase a baleros del motor principal (8 horas)	Verificación de amperaje del motor (32 horas)
Intervención 4	Limpieza de tuberías (24 horas)	Verificar el funcionamiento de válvulas (32 horas)	Cambio de mangueras (12 horas)

Tabla 6. Intervención a compresores. Fuente: Elaboración propia.

Calculo inicial de la disponibilidad de los compresores

a) MTBR, MTT R y Disponibilidad COMPRESOR 1

Número de paradas de compresor por mes: (6 preventivos + 4 intervenciones= **10**)

Tiempo total de inactividad: 24+12+20+24= 80 horas

Tiempo de funcionamiento del compresor= 144 horas

Tiempo total de funcionamiento= 144 horas + 80 horas = 224 horas

MTBR= $\frac{224 \text{ horas}}{10} = 22.4 \text{ hrs}$

10

MTTR= $\frac{80 \text{ horas}}{10} = 8 \text{ horas}$

10

Disponibilidad= $\frac{144 \text{ horas}}{224 \text{ horas}} \times 100 = \underline{64.28\%}$

224 horas

b) MTBR, MTT R y Disponibilidad COMPRESOR 2

Número de paradas de compresor por mes: (6 preventivos + 4 intervenciones= 10)

Tiempo total de inactividad: 32+24+8+32= 96 horas

Tiempo de funcionamiento del compresor= 144 horas

Tiempo total de funcionamiento= 144 horas + 96 horas = 240 horas

$$\text{MTBR} = \frac{240 \text{ horas}}{10} = 24 \text{ hrs}$$

$$\text{MTTR} = \frac{96 \text{ horas}}{10} = 9.6 \text{ horas}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{144 \text{ horas}}{240 \text{ horas}} \times 100 = \underline{\underline{60 \%}}$$

c) MTBR, MTT R y Disponibilidad COMPRESOR 3

Número de paradas de compresor por mes: (6 preventivos + 4 intervenciones= 10)

Tiempo total de inactividad: 6+20+32+12= 70 horas

Tiempo de funcionamiento del compresor= 144 horas

Tiempo total de funcionamiento= 144 horas + 70 horas = 214 horas

$$\text{MTBR} = \frac{214 \text{ horas}}{10} = 21.4 \text{ hrs}$$

$$\text{MTTR} = \frac{70 \text{ horas}}{10} = 7 \text{ horas}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{144 \text{ horas}}{214 \text{ horas}} \times 100 = \underline{\underline{67.28 \%}}$$

Los datos que arroja la tabla para el cálculo de los factores, son muy bajos. Como se puede observar, el seguimiento del plan de mantenimiento con el que cuenta la empresa, no está favoreciendo la disponibilidad de sus equipos.

De igual forma, se hizo la prueba después de la implementación del programa en un cierto tiempo, de esta forma se observará el aumento del indicador Disponibilidad si es que se siguió correctamente.

Evaluación final (4/julio/2021-4/agosto/2021)

Se actualiza la tabla de intervenciones después de la implementación del programa propuesto. Esto con el fin de observar si aumenta la disponibilidad de los equipos.

	Compresor 1	Compresor 2	Compresor 3
Numero de Mantto. Preventivo por mes	6	6	6
Duración de cada mantto.	8 horas	8 horas	8 horas
Intervención 1	Cambio de filtro del refrigerante (20 horas)	Drenado de tanque de almacenamiento (24 horas)	Cambio del filtro de aire (6 horas)
Intervención 2	Cambio de mangueras (8 horas)	Ajuste de conexiones eléctricas (8 horas)	Limpieza de rejilla del separador (14 horas)
Intervención 3	Limpieza de rejilla del separador (16 horas)	Engrase a baleros del motor principal (8 horas)	Verificación de amperaje del motor (18 horas)
Intervención 4	Limpieza de tuberías (10 horas)	Verificar el funcionamiento de válvulas (8 horas)	Cambio de mangueras (8 horas)

Tabla 7. Recolección después de la intervención a compresores. Fuente: Elaboración propia.

Es momento de calcular los datos actualizados y observar las mejorías. Cabe mencionar que se mantiene el tiempo de funcionamiento.

a) MTBR, MTT R y Disponibilidad COMPRESOR 1, después de la intervención.

Número de paradas de compresor por mes: (6 preventivos + 4 intervenciones = **10**)

Tiempo total de inactividad: 20+8+16+10= 54 horas

Tiempo de funcionamiento del compresor= 144 horas

Tiempo total de funcionamiento= 144 horas + 54 horas = 198 horas

MTBR= $\frac{198 \text{ horas}}{10} = 19.8 \text{ hrs}$

10

MTTR= $\frac{54 \text{ horas}}{10} = 5.4 \text{ horas}$

10

Disponibilidad= $\frac{144 \text{ horas}}{198 \text{ horas}} \times 100 = \underline{72.72\%}$

198 horas

b) MTBR, MTT R y Disponibilidad COMPRESOR 2, después de la intervención.

Número de paradas de compresor por mes: (6 preventivos + 4 intervenciones= **10**)

Tiempo total de inactividad: 24+8+8+8= 48 horas

Tiempo de funcionamiento del compresor= 144 horas

Tiempo total de funcionamiento= 144 horas + 48 horas = 192 horas

MTBR= $\frac{192 \text{ horas}}{10} = 19.2 \text{ hrs}$

10

MTTR= $\frac{48 \text{ horas}}{10} = 4.8 \text{ horas}$

10

Disponibilidad= $\frac{144 \text{ horas}}{192 \text{ horas}} \times 100 = \underline{75\%}$

192 horas

c) MTBR, MTT R y Disponibilidad COMPRESOR 3, después de la intervención.

Número de paradas de compresor por mes: (6 preventivos + 4 intervenciones= **10**)

Tiempo total de inactividad: 6+14+18+8= 46 horas

Tiempo de funcionamiento del compresor= 144 horas

Tiempo total de funcionamiento= 144 horas + 46 horas = 190 horas

MTBR= $\frac{190 \text{ horas}}{10} = 19 \text{ hrs}$

10

MTTR= $\frac{46 \text{ horas}}{10} = 4.6 \text{ horas}$

10

Disponibilidad= $\frac{144 \text{ horas}}{190 \text{ horas}} \times 100 = \underline{75.78\%}$

190 horas

Como se puede observar, disminuyeron los tiempos por mantenimiento y por consiguiente está aumentando la disponibilidad en cada uno de los compresores en observación. Se espera que, con la frecuencia establecida en el programa, siga en aumento la disponibilidad de los equipos y por consiguiente sus fallas reduzcan. El resultado final fue una disminución los tiempos por mantenimiento, y por consiguiente se aumentó la disponibilidad de un 63.85 % a un 74.5% en promedio para los tres compresores intervenidos en la empresa.

Conclusión

En conclusión, se consiguió el objetivo final se diseño un programa de mantenimiento preventivo a sistema de compresores; se aumentó la disponibilidad de los equipos más de 10% en el periodo. Los resultados son gracias al análisis detallado de los compresores mediante la recolección de datos por medio de fichas técnicas, check list, diagrama de Ishikawa y AMEF.

Trabajos Futuros

Se espera que el personal a cargo de los equipos y técnicos, sigan con el Programa de mantenimiento, una vez observadas las mejorías, ya que ha favorecido a los equipos de esta área.

Del mismo modo se pretende que la utilización de este programa sea apto para el “Sistema de compresores” del módulo interno de la empresa, ya que se encuentran el mismo tipo de compresor de tornillo. La cuestión es observar y analizar las fallas para la obtención de los resultados favorables.

Las recomendaciones principales para el presente proyecto son:

- Este Programa de mantenimiento para compresores de tornillo puede adaptarse en otras empresas que manejen equipos compresores de la marca INGERSOLL.
- El seguimiento correcto brindará resultados favorables para sus equipos.
- Es importante guiarse del manual del fabricante de los compresores, en caso de que la información no sea entendible.

Referencias

1. Araujo, Tipán. BIBDIGITAL. Elaboración de un programa de mantenimiento preventivo para compresores de aire y secadores de la marca BOGE distribuido por la empresa Ecuatoriana Industrial Termoval Cia. Ltda. 12 de julio de 2011. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/3980>
2. Perugachi, Iguago. BIBDIGITAL. Elaboración de Plan de mantenimiento preventivo que permita tener disponibilidad y confiabilidad en los compresores Sierra 300 e Ir150 de la Acería de Adelca S.A. 16 de agosto de 2013. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6643>
3. Rodríguez, Obet. Propuesta de mantenimiento del compresor de aire NK de la central eléctrica Fuel-Oil Moa. 7 de noviembre de 2019.
4. Jean, Joel. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo. Aplicación de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C. 2018. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/41272>
5. Inga, Pisco. Repositorio Universidad de Guayaquil. Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para compresores de tornillo Kaeser de la Empresa Casjuca C.A. 9 de marzo de 2018. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/28187>
6. Vimos, Luna. Repositorio Universidad de Guayaquil. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la Empresa "Aiser" S.A. 14 de noviembre de 2017. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/24320>
7. Turpo, Luna. RENATI. Implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad de compresores estacionarios a tornillo. 13 de noviembre de 2019. <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/9602>
8. Rodríguez, Casallas. Repositorio ECCI. Propuesta de mejoramiento al plan de mantenimiento de compresores Vilter en la empresa Frigorífico Metropolitano. 5 de febrero de 2020. <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/837>
9. Olarte, William. "Importancia del Mantenimiento Industrial a compresores dentro de los procesos de producción" en la empresa Pereira S.A. 2010.
10. Lunar, Iitanare. Academia. Plan de mantenimiento mecánico preventivo de los compresores de aire Sullair 4510/a de la planta picure del conjunto generador "Josefa Joaquina Sánchez bastidas de la electricidad de caracas". 2013. https://www.academia.edu/30533030/plan_de_mantenimiento_mec%3%80nico_preve ntivo_de_los_compresores_de_aire_sullair_4510_a_de_la_planta_picure_del_conjunto_ generador_josefa_joaquina_s%3%81nchez_bastidas_de_la_corporaci%3%93n_el%3 %89ctrice_nacional
11. Granados, Sergio. SCIELO. Física y Anestesia. Diciembre de 2018. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-87712018000300006. Lean Solutions. AMEF Análisis de Modo y Efecto de Falla. <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/amef-analisis-de-modo-y-efecto-de-falla/>