



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA
INGENIERIA MECÁNICA**

TITULO

Propuesta de Plan de Mantenimiento Preventivo Planificado en los equipos rotativos (Bombas Centrifugas, Compresor, Ventiladores) de la maquinaria de la empresa Panzyna Laboratorios, S.A.

AUTOR

Br. José Santos López Narváez

TUTOR

Ing. Mario de Jesús García

Managua, 20 de Enero de 2021

Dedicatoria

Me gustaría dedicar esta Tesis a toda mi familia.

Para mis padres Santos López y Martha Narváez, por haberme mostrado las consecuencias de tomar malas decisiones.

A mi abuela Feliciano López, que me enseñó a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

Para mi Esposa Ana, a ella especialmente le dedico esta monografía. Por su paciencia, por su comprensión, por su empeño, por su fuerza, por su amor, por ser tal y como es, ... porque la quiero. Es la persona que más directamente ha sufrido las consecuencias del trabajo realizado. Realmente ella me llena por dentro para conseguir un equilibrio que me permita dar el máximo de mí. Nunca le podré estar suficientemente agradecido.

Para mis hijos: Hessler, Jenner, Dasha. Sus nacimientos me llenaron de una felicidad ilimitada y perpetua. Ellos son lo mejor que me ha pasado, y han venido a este mundo para darme el último empujón para terminar el trabajo. Es sin duda mi referencia para el presente y para el futuro.

A todos ellos,

Muchas gracias de todo corazón.

Resumen

La empresa Panzyna S.A. es una empresa dedicada a la fabricación de productos farmacéuticos y Distribución medicamentos tales como: Antidepresivos, antiparasitario, anti viral, anti arrítmico, antibióticos, antimicóticos, anti inflamatorios, analgésicos, cardiotónico, sedante hipnótico. Estos productos son distribuidos nacional e internacionalmente por la misma empresa.

El presente trabajo de graduación trata sobre la elaboración del plan de mantenimiento preventivo planificado en las bombas centrifugas, compresor, ventilador de la empresa PANZYMA S.A. Dicho documento se realizó con el fin de que exista un cumplimiento adecuado para la vida útil de los equipos que conforman la línea de transporte de líquidos, energía eléctrica y suministro de aire comprimido, elaborados con base en recomendaciones que los fabricantes de los equipos brindan a cada equipo o máquina.

Con el plan de mantenimiento propuesto se encuentra la manera de mejorar o mantener en buenas condiciones de servicios los equipos, a través de inspecciones y actividades de lubricación, reunidas en formatos por equipo para facilitar a los mecánicos el seguimiento de rutinas que les permita detectar a tiempo una o varias fallas que puedan presentarse, con lo cual se busca mantener en funcionamiento constante, sin afectar la demanda de producción.

Además, se presenta la manera básica y sencilla de cómo administrar el departamento de mantenimiento, a través de formatos de ordenes de trabajo, historial de mantenimiento, control de mantenimiento, entre otras, para tener toda la documentación en orden para efectos de auditoria.

Contenido

I.	Introducción	1
II.	Objetivos	2
II.I Objetivo General.....	2	
II.II Objetivos específicos.....	2	
III.	Justificación	3
IV.	Marco Teórico	4
V.	Generalidades de la empresa	4
VI.	Generalidades del Mantenimiento.....	9
6.1	Mantenimiento.....	9
6.2	Tipos de mantenimiento	9
6.3	Curva de la bañera de Davis.....	12
6.4	Control de mantenimiento.	13
6.5	Costos de mantenimiento.....	15
VII.	Bombas Centrifugas.....	16
7.1	Sistema de bombeo de agua.	16
7.2	Cálculos de las pérdidas de carga.	17
7.3	Componentes básicos de un sistema de bombeo.....	21
7.4	Bomba sumergible.	21
VIII.	Compresor	23
8.1	Unidad compresora de aire.	23
8.2	Por qué secar el aire comprimido.	24
8.3	Componentes básicos de un sistema de refrigeración.	25
8.4	Compresor hermético.	25
8.5	Reciprocante de pistón herméticos	26
8.6	Compresor de aire.....	26
IX.	Ventilador.....	29
9.1	Descripción general de ventilador.	29
X.	Plan de mantenimiento.	30
10.1 Organigrama Administrativo	31	
10.2 El organigrama propuesto y sus actividades son las siguientes: Diagrama 2. ..	33	
10.2.1	jefe de mantenimiento.....	34

10.2.2 Supervisor.....	35
10.2.3 Programador.....	36
10.2.4 Eléctrico	37
10.2.5 Técnico en refrigeración.....	37
10.2.6 Técnico Mecánico	38
10.2.7 Obras civiles.....	39
10.3 Codificación de equipos	40
10.4 Actividades y procedimientos para el mantenimiento anual.....	42
10.4.1 Lubricación de sistema de bombeo.....	42
10.4.2 Pasos para el engrase de rodamientos.....	45
10.4.3 Verificación de filtros.....	46
10.4.4 Cuando limpiar o cambiar el filtro/pascón.....	46
10.4.5 Revisión de parámetros eléctricos	48
10.4.6 Medición de tensión (voltaje).....	48
10.4.7 Revisión de Contactos y Conexiones Eléctricas	49
10.4.8 Inspección Mecánica de la bomba.....	50
10.5 Mantenimiento del ventilador	50
10.5.1 Requerimientos	50
10.5.2 Inspección periódica	51
10.5.3 Partes estáticas.....	51
10.5.4 Rotor.....	51
10.5.5 Motor Eléctrico.....	52
10.6 Actividades y procedimientos para el mantenimiento	53
10.6.1 Cojinetes y rodamientos.....	53
10.6.2 Corrosión.....	54
10.6.3 Limpieza.....	54
10.6.4 Rutina de Mantenimiento	55
10.7 Tiempo propuesto para la realización de tareas	64
XI. Plan de mantenimiento.....	66
11.1 presupuesto anual de mantenimiento	66
XII. Conclusiones	72
XIII.Recomendaciones	73

Glosario	¡Error! Marcador no definido.
XIV. Bibliografía	74
XV. Anexos.....	75
Anexo 15.1.....	76
Anexo 15.2.....	77
Anexo 15.3.....	78
Anexo 15.4.....	79
Anexo 15.5.....	80
Anexo 15.6.....	81
Anexo 15.7.....	82
Anexo 15.8.....	83
Anexo 15.9.....	84
Anexo 15.10.....	85
Anexo 15.11.....	86
Anexo 15.12.....	87
Anexo 15.13.....	88
Anexo 15.14.....	89
Anexo 15.15.....	90
Anexo 15.16.....	91
Anexo 15.17.....	92
Anexo 15.18.....	93
Anexo 15.19.....	94
Anexo 15.20.....	95
Anexo 15.21.....	96

I. Introducción

En la actualidad, el mantenimiento preventivo es indispensable en toda empresa o planta de producción, que dependa de equipos y maquinaria con que realizan sus productos. Un adecuado plan de mantenimiento aumenta la vida útil de los equipos, reduciendo la necesidad de repuestos y minimizando el costo anual del material usado, como se sabe muchas de las maquinas industriales utilizadas en nuestro país son importadas, al igual que muchos materiales y algunas piezas de repuestos.

El mantenimiento, es un proceso donde se aplica un conjunto de acciones y operaciones orientadas a la conservación de un bien material y que nace desde el momento mismo que se concibe el proyecto, para luego prolongar su vida útil. Para llevar a cabo dicho mantenimiento tiene que ser a través de programas, que correspondan al establecimiento de frecuencias y la fijación de fechas para la correcta realización de cualquier actividad de mantenimiento que se debe llevar a cabo.

Tal es el ejemplo de realizar un plan de mantenimiento preventivo en las unidades frigoríficas de la empresa PANZYMA S.A.; necesidad que surge a raíz de los costos que provoca el aplicar mantenimientos correctivos, ya que el fallo de alguno de estos equipos limita la capacidad de procesamiento de la planta.

Con el plan de mantenimiento preventivo queda claro que no se van a eliminar de una vez por todas las fallas en los equipos, pero sí de alguna manera ayudará a reducir a un porcentaje mínimo las fallas que puedan aparecer. Esto siempre y cuando se le dé el seguimiento adecuado y puesta en marcha el control del mantenimiento propuesto.

Se planea dar forma al departamento de mantenimiento analizando las funciones a realizar, se hará la estimación de un presupuesto anual y una propuesta de la documentación técnica a seguir tales como ordenes de trabajo, registros e historiales de mantenimiento.

II. Objetivos

II.I Objetivo General

Elaborar un Plan de Mantenimiento Preventivo de los equipos rotativos compresores de aire, bombas centrífugas, ventilador.

II.II Objetivos específicos

- Describir los equipos rotativos actuales.
- Determinar el intervalo de tiempo adecuado entre cada revisión preventiva, para mantener un sistema de mantenimiento constante.
- Elaborar el plan de Mantenimiento Preventivo Planificado.
- Establecer Equipo de Protección Personal, herramientas e insumos necesarios para desarrollar el de Mantenimiento Preventivo Planificado.
- Estimar los costos correspondientes para el mantenimiento de los equipos.

III. Justificación

El mantenimiento, como todo proceso ha evolucionado, teniendo un crecimiento y desarrollo progresivo, adaptándose a las distintas necesidades y requerimientos de cada época, debido a que las empresas necesitan contar con la máxima disponibilidad de sus equipos. Hoy en día las estrategias usadas son las que están encaminadas a aumentar la disponibilidad y eficacia de las máquinas que son importantes en la producción, reduciendo los costos de mantenimiento.

El mantenimiento preventivo, como su nombre lo indica, consta de un trabajo de prevención de defectos que podrían originar la parada o un bajo rendimiento del equipo en funcionamiento. Esta prevención se realiza con base al estado del equipo, las condiciones eléctricas, la ubicación de las instalaciones, los datos proporcionados por el fabricante (condiciones óptimas de funcionamiento y la frecuencia de puntos de lubricación), entre otros.

Con el presente trabajo se pretende proponer un plan de mantenimiento preventivo planificado a las bombas centrifugas, compresores, ventilador a la empresa PANZYMA S.A., debido a que actualmente solo se cuenta con acciones de mantenimiento correctiva, provocando un elevado costo del mismo.

El propósito de este plan de mantenimiento es prevenir fallas en los equipos o sistemas a través del monitoreo de varios parámetros, lo que permite el funcionamiento continuo de los equipos por el mayor tiempo posible.

IV. Marco Teórico

En este capítulo se presentan cada una de las definiciones tomadas en cuenta para hacer posible el desarrollo de esta investigación, los temas hacer énfasis están: Mantenimiento, tipos de mantenimientos, equipos rotativos y los tipos.

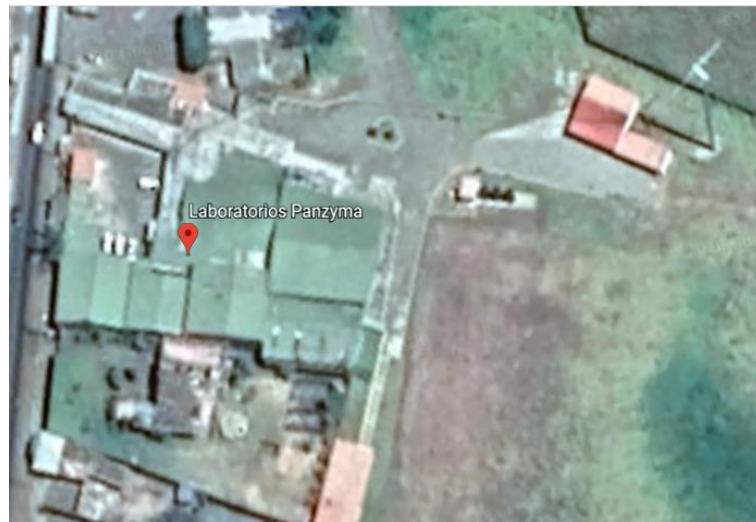
V. Generalidades de la empresa

Nombre: Panzyna Laboratorios S.A.

Ubicación: El Crucero, Mangua, Nicaragua

Dirección: Kilometro 23 ½ carretera Sur, El Crucero

Teléfono: (505) 2276 8790.



MISIÓN

Somos un laboratorio comprometido con la elaboración de productos innovadores y de alta calidad. Contribuimos con la generación de fuentes de empleo y mejoramos la calidad de vida de nuestras familias.

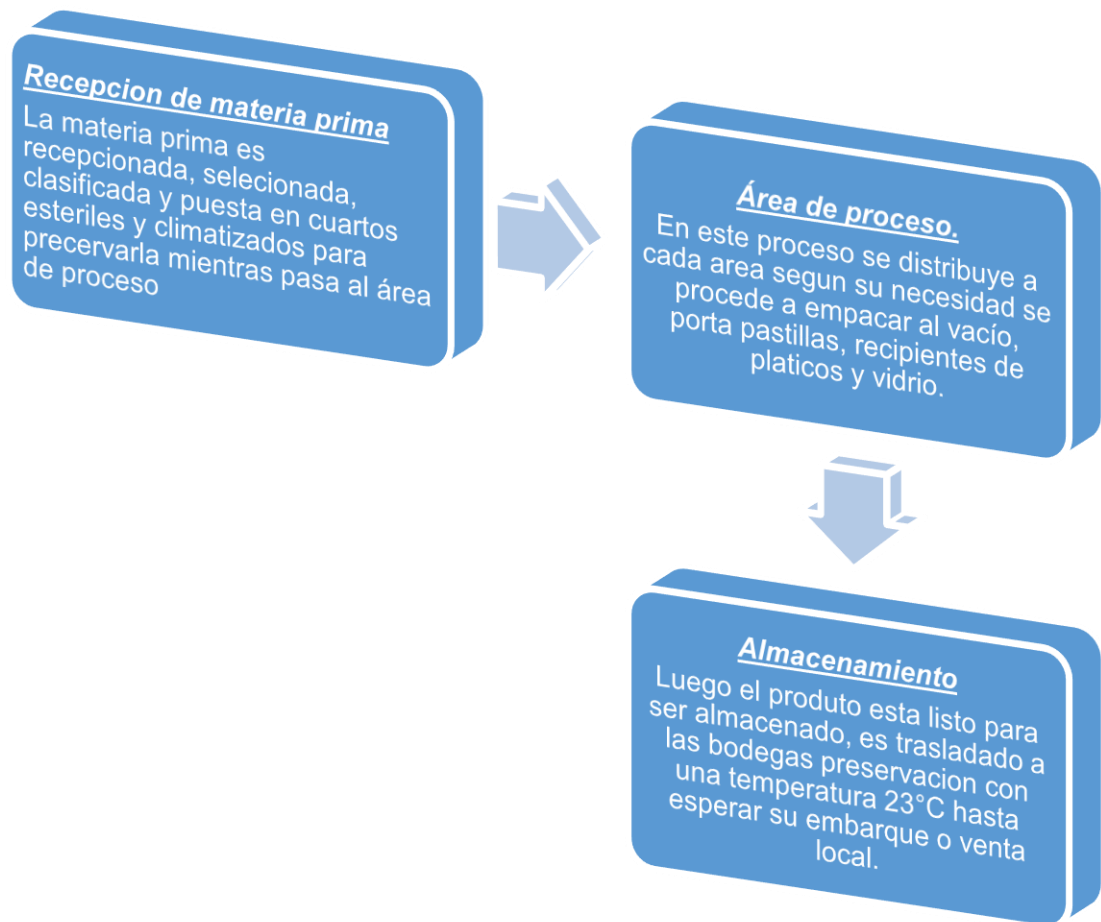
El compromiso de los socios, del personal altamente calificado, de nuestros aliados comerciales y el uso de moderna tecnología son la base del éxito de nuestra empresa (Fuente Propia).

VISIÓN

Panzyma Laboratorios S.A busca ser el mejor de los laboratorios de la industria farmacéutica nacional en materia de calidad, innovación y tecnología a través de un permanente crecimiento profesional y científico-técnico. Además, consolidarnos en el mercado fortaleciendo las relaciones con nuestros socios comerciales y el posicionamiento de nuestra marca como un ícono de la industria (Fuente Propia).

Proceso de materia prima.

Para el proceso del producto, este debe de estar esterilizado hasta la distribución, permitiendo que el producto terminado no pierda sus propiedades iniciales. En el siguiente diagrama de flujo se muestra de manera general el proceso de producción.



Jornada laboral.

La jornada laboral es de lunes a viernes de 7am a 5pm.

La principal prioridad de esta empresa es mantener la materia prima en aptas condiciones para su almacenaje, por lo cual, consta de 2 bombas centrifugas que sirve para el enfriamiento y suministro de agua de las maquinarias, un compresor de aire comprimido que se usa para conectarlos a boquillas Venturi las cuales realizan el vacío y un ventilador eléctrico que sirve para suministrar aire con calidad en las zonas críticas del proceso. Es por esto que los compresores, bombas y ventiladores tienen horarios de operación diferentes, estos están programados por medio de PLC-control lógico programable, de manera que estos funcionan en automático.

Tabla N° 1. Horas de funcionamiento al día y días de funcionamiento

EQUIPO	FUNCIONAMIENTO	
	Horas	Días
Bomba Sumergible	12	5
Bomba SG1	8	5
Bomba SP1	12	5
Compresor	12	5
Ventilador	12	5

Fuente: Elaboración Propia.

VI. Generalidades del Mantenimiento

6.1 Mantenimiento

(Guarrido, 2003, pág. 1) define como “El conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento”

Con el fin de funcionar con el menor recurso posible el mantenimiento tiene como objetivo conseguir un determinado nivel de disponibilidad de producción en condiciones de calidad exigible, al mínimo coste, con el máximo nivel de seguridad para el personal que lo utiliza y lo mantiene y con una mínima degradación del medio ambiente. Al conseguir todos estos puntos se está ante una buena gestión integral de mantenimiento.

6.2 Tipos de mantenimiento

Mantenimiento Productivo Total o TPM.

Mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, o, en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas. Esto supone: cero averías, cero tiempos muertos, cero defectos achacables a un mal estado de los equipos, sin pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva.

Mantenimiento Centrado en Confiabilidad o RCM.

Disminuir el tiempo de parada de planta por averías imprevistas que impidan cumplir con los planes de producción. Los objetivos secundarios, pero igualmente importantes son aumentar la disponibilidad, es decir, la proporción del tiempo que la planta está en disposición de producir, y disminuir al mismo tiempo los costes de mantenimiento. El análisis de los fallos potenciales de una instalación industrial

según esta metodología aporta una serie de resultados como todas las posibilidades de fallo de un sistema y desarrolla mecanismos que tratan de evitarlos, ya sean producidos por causas intrínsecas del equipo o por actos del personal.

Mantenimiento Preventivo Planificado o MPP.

El mantenimiento preventivo o Mantenimiento preventivo planificado (MPP) como también se le conoce, implica la restauración de la capacidad de trabajo de los equipos (precisión, potencia, rendimiento) y de su comportamiento (índices de consumo) mediante mantenimiento técnico racional, cambio reparación de piezas y conjuntos desgastados, conforma un plan elaborado con anterioridad.

Un programa de mantenimiento preventivo puede incluir otros sistemas de mantenimiento y pueden ser considerados todos en conjunto como un programa de mantenimiento preventivo.

Dependiendo del tipo de programa que se utilice, se necesita obtener información real del estado de las máquinas, equipos e instalaciones y en algunos casos se requerirá de inversiones para llevarlos a condiciones básicas de funcionamiento.

Ventajas del Mantenimiento Preventivo Planificado.

- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos/máquinas.
- Mayor duración, de los equipos e instalaciones.
- Disminución de existencias en Almacén y, por lo tanto, sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de Mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Menor costo de las reparaciones.

Debido a las condiciones ofrecidas por la empresa PANZYMA el MPP es el mantenimiento que más se adecua a sus equipos, puesto que al ser equipos nuevos se busca aprovechar al máximo su eficiencia y durabilidad.

Procedimiento del mantenimiento preventivo

El programa de mantenimiento preventivo deberá incluir procedimientos detallados que deben ser completados en cada inspección. Los procedimientos permiten detalles de liberación de maquina o equipo, trabajo por hacer, diagramas utilizar, planos de la máquina, ruta de lubricación, ajustes, calibración, arranques y prueba, manual del fabricante, recomendaciones del fabricante, observaciones, etc.

Tipo de tareas a incluir en el plan de mantenimiento

Es posible agrupar las tareas o trabajos de mantenimiento que pueden llevarse a cabo a la hora de elaborar un plan de mantenimiento. Su agrupamiento y clasificación pueden ayudar a decir que tipos de tareas son aplicables a determinados equipos para prevenir o minimizar los efectos de determinadas fallas.

- **Tipo 1: Inspecciones visuales**, se veía que las inspecciones visuales siempre son rentables. Sea cual sea el modelo de mantenimiento aplicable, las inspecciones visuales suponen un costo muy bajo, por lo que parece interesante dar un vistazo a todos los equipos de la planta en alguna ocasión.
- **Tipo 2: Lubricación**, igual que en el caso anterior, las tareas de lubricación por su bajo costo siempre son rentables.
- **Tipo 3: Verificaciones**, este tipo de tareas consiste en la toma de datos de una serie de parámetros de funcionamiento utilizando los propios medios de los que dispone el equipo. Son, por ejemplo, la toma de datos de presión, temperatura, vibraciones, etc. Si en esta verificación se detecta alguna anomalía, se debe proceder en consecuencia. Por ello es necesario fijar con exactitud los rangos que entenderemos como normales para cada uno de los puntos que se trata verificar.

6.3 Curva de la bañera de Davis

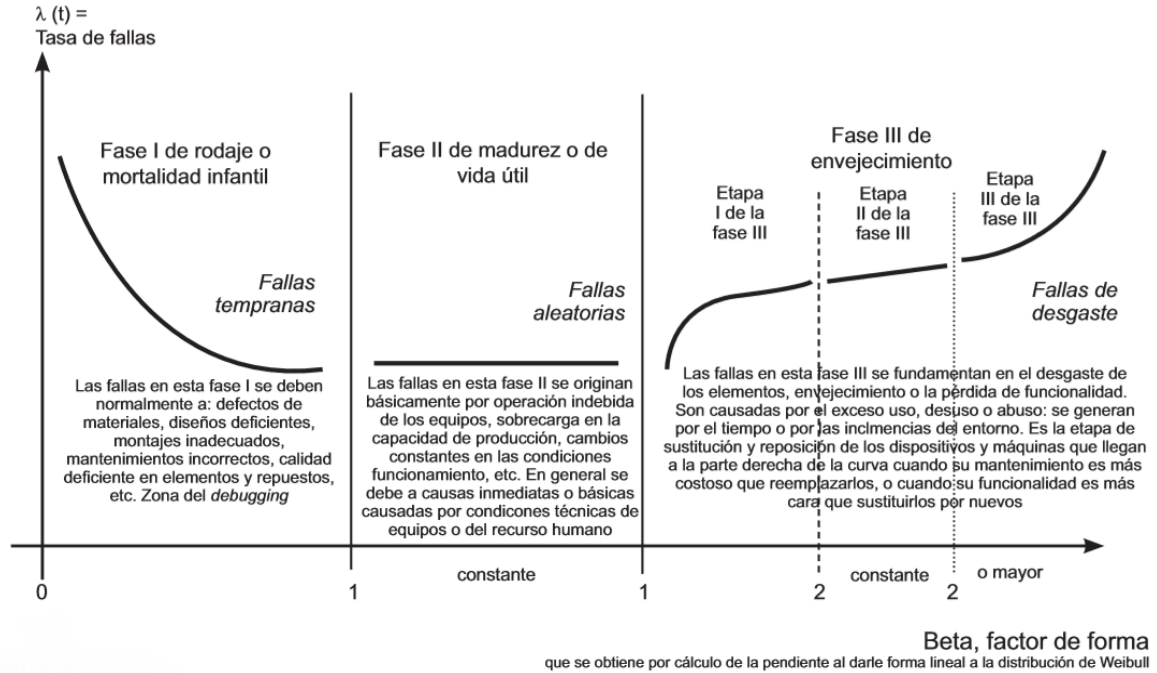


Figura 1, (Curva de la Bañera de Davis, Mantenimiento, Planeación ejecución y control, 2009)

En la fase I, en esta fase surgen acciones de tipo correctivo, en especial las primeras, cada falla varía de una a otra.

En la fase II, la probabilidad de falla es constante, en esta etapa el equipo está en su vida útil, generalmente las fallas son originadas por malos procedimientos.

Fase III, las fallas comienzan a aumentar debido al exceso de uso, llegando al punto que su operación es más cara que sustituir el equipo.

Los equipos de Impulsión de aire, impulsión de líquido y ventiladores actualmente se encuentran en la **fase I y II** por lo que se requiere llevar un estricto control de la recomendación de los fabricantes y profesionales del campo.

6.4 Control de mantenimiento.

Formatos de registro de mantenimiento.

Formato que permite al gerente de mantenimiento registrar todas las actividades de mantenimiento que se realizan durante el mes en los equipos y maquinarias. Esto con el fin de tener todo el control de mantenimiento en orden para efectos de auditoría.

Ordenes de trabajo.

Las órdenes de trabajo deben ser generadas por los programas o bien las rutinas de mantenimiento preventivo. Pueden generarse también a consecuencia de fallas o averías de la maquinaria. Su utilidad radica en que el jefe de mantenimiento puede definir la fecha y hora más conveniente para no interferir con la producción, o definir las tareas llegando a un común acuerdo con el jefe de producción y de esta manera realizar las tareas de mantenimiento con más tiempo disponible.

Fichas técnicas de los equipos.

Contienen la información que identifica a la maquinaria y es generada a partir del inventario físico general de la misma, los contenidos varían dependiendo del equipo, pero en general contiene datos como el nombre, características físicas, códigos, modelo, serie, propiedades distintivas, fotos, especificaciones técnicas. Es de importancia puesto que sus datos de placa tienden a desaparecer en algunos casos.

Rutina de control

Este documento permite tener un estado actual de los equipos, en el que especifica los parámetros que se deben tomar, asegurando su funcionamiento continuo.

Control de cambio de aceite

Este formato permite llevar un registro de los cambios que se efectuaron en tiempo y forma al equipo.

Presupuesto para el mantenimiento preventivo

Realizaremos un presupuesto el cual nos permitirá llegar al final del año haciendo que nuestro dinero rinda mejor sin efectuar gastos innecesarios. El primer paso para organizar nuestras finanzas es elaborar un presupuesto. Un presupuesto es una herramienta de planeación.

El presupuesto es un plan que expresa de manera cuantificable cómo vamos a administrar los ingresos y cuáles son las actividades en las que creceremos esos gastos, y todo esto con el fin de garantizar la sustentabilidad. Esto quiere decir que vamos a partir de los ingresos establecidos, vamos a planificar cuáles son los gastos y aquellas actividades en las cuales vamos a gastar. Vamos a tomar en cuenta que esta resta nunca podrá ser mayor a cero, porque los egresos no pueden ser mayores a los ingresos. Calcular el presupuesto nos sirve para conocer cómo se integran la magnitud de los gastos, realizar las compras de forma racional y no emocional. Funciona también como una guía para tomar decisiones de compra.

El objetivo primordial de este presupuesto es lograr el equilibrio entre el ingreso y el gasto, además es una herramienta de planeación, que nos permitirá equilibrar las entradas de efectivo y los recursos en la empresa con aquellos gastos necesarios para el buen funcionamiento de este.

De esta forma el presupuesto nos permitirá observar el comportamiento en el tiempo entre dos variables, el gasto y el ingreso. Es importante recordar que el poder de adquisición del dinero a través del tiempo disminuye por eso se debe considerar que los precios aumentan mientras que los ingresos pierden su poder adquisitivo.

Para poder hacer un presupuesto se tiene que cuantificar e identificar los gastos que pueden ser insignificantes, desde un repuesto o servicio subcontratados hasta la adquisición de un equipo, algunos serán variables y algunos serán fijos todo debe estar presupuestado.

Si el resultado al restarle al ingreso todos los gastos es positivo quiere decir que hay un excedente, es más bien un indicativo que tienes poder de ahorro, por el contrario, si el resultado fuese negativo quiere decir que hay falta de recursos y necesitamos un aumento, se debe identificar claramente cuales son aquellos gastos innecesarios que de manera constante van mermando el ingreso.

6.5 Costos de mantenimiento

El costo de mantenimiento ha sido visto como un mal necesario dado que se invierte en él con anticipación, pero se evitan pérdidas imprevistas, que resultan siendo aún mayores que los costos de mantenimiento preventivo.

Algunos costos de mantenimiento tomados en cuenta para el presupuesto son:

- Salario
- Maquinaria o equipo
- Materiales
- Gastos Generales
- Insumos.
- Equipo de Protección Personal (EPP)

El mantenimiento como elemento indispensable en la conformación de cualquier proceso productivo, genera un costo que es reflejado directamente en el costo de producción del producto.

En el periodo 2018-2019, PANZYMA invirtió alrededor de \$100,000 dólares en el departamento de mantenimiento, alrededor de 60,000 solo en mantenimiento correctivo según dato de gerencia, para este nuevo periodo 2019-2020 PANZYMA ha planteado que solo podrá destinar \$30,000 dólares para el mantenimiento de la línea de aire comprimido, agua y generación eléctrica.

VII. Bombas Centrifugas

7.1 Sistema de bombeo de agua.

Una bomba es una maquina hidráulica donde la transferencia de energía es del rotor al fluido, produciendo una conversión de energía cinética de presión.

Un equipo de bombeo es un transformador de energía, mecánica que puede proceder de un motor eléctrico, térmico, etc., y la convierte en energía, que un fluido adquiere en forma de presión, de posición y de velocidad.

Un aspecto muy importante a tener en cuenta para el diseño del sistema de tuberías sistema es el de la velocidad que alcanza el fluido por el interior de las conducciones. Dicha velocidad, en el caso de la circulación isoterma de fluidos incompresibles, viene determinada por el caudal y el diámetro de la sección interna de la conducción, y para cada fluido tiene un valor máximo que no debe ser sobrepasado, ya que de lo contrario puede producirse un deterioro del producto por tratamiento mecánico inadecuado. Los valores aproximados que se usan en la práctica dependen del tipo de fluido que se trate, pero los más corrientes se recogen en la Tabla 2. Los valores de la tabla son los más corrientes en la práctica ordinaria, sin embargo, en condiciones especiales, pueden requerirse velocidades que están fuera de los intervalos indicados. Las velocidades pequeñas han de ser las más utilizadas, especialmente cuando el flujo es por gravedad desde tanques elevados (McCabe et al., Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, 4ª Ed., McGraw-Hill, 1991).

Tabla 2. Velocidades recomendadas para fluidos en tuberías.

Fluido	Tipo de flujo	Velocidad	
		ft/S	m/s
Líquidos poco viscosos	flujo pro gravedad	0.5 - 1	0.15 - 0.30
	entrada de bomba	1 - 3	0.3 - 0.9
	Salida de bomba	4 - 10	1.2 - 3
	línea de conducción	4 - 8	1.2 - 2.4
Líquidos viscosos	entrada de bomba	0.2 - 0.5	0.06 - 0.15
	Salida de bomba	0.5 - 2	0.15 - 0.6
Vapor de agua		30 - 50	9 - 15
Aire o gas		30 - 100	9 - 30

Así, para un caudal determinado del fluido a bombear, imponiendo la velocidad máxima del mismo, se determina de forma inmediata el diámetro mínimo de la conducción. Deberá escogerse, en cualquier caso, el diámetro normalizado inmediatamente superior a dicho valor mínimo. Dicho valor es lo que se conoce como el diámetro óptimo de la conducción, pues representa el menor coste posible, cumpliendo las exigencias en cuanto a la velocidad de máxima de circulación del fluido por la misma.

7.2 Cálculos de las pérdidas de carga.

El rozamiento de un fluido con las paredes de la tubería por la que circula provoca en el mismo una caída de presión. Conocer el valor de esta caída de presión es necesario de cara al cálculo de las bombas, pero también para comprobar que el diámetro elegido para la conducción es suficiente, pues de ser éste muy pequeño la pérdida de carga que se produzca será muy elevada. En este sentido se consideran valores razonables de caída de presión en una conducción los siguientes (para caudales de 0 a 60 m³ /h):

- Zona de aspiración de bombas: 0.40 kg/cm² (0.39 bar)
- Zona de impulsión de bombas: 0.6 a 0.8 kg/cm² (0.59 a 0.78 bar)

De esta forma, al realizar el cálculo de las pérdidas de carga, se procurará que, en la medida de lo posible, no superen los valores anteriores. Si esto sucediere habrá de aumentarse el diámetro de la conducción por encima del que recomienda la velocidad de circulación máxima del fluido, de modo que la pérdida de carga disminuya. Sin embargo, en algunos casos, no será posible incrementar dicho valor ya que éste se halla igualmente limitado por el diámetro de las conexiones de los equipos (sobre el que ha de informar el fabricante). Para calcular las pérdidas de carga en una conducción se suele utilizar la ecuación de Fanning, que expresada en términos de altura es la siguiente:

$$H = \left(\frac{4 \cdot f \cdot L}{d} \right) \times \frac{v^2}{2g}$$

donde:

H es la pérdida de carga en metros de columna de líquido (m.c.l.)

f es un coeficiente de fricción adimensional.

L es la longitud de la tubería, m

d es el diámetro interior de la tubería, m

v es la velocidad del fluido, m/s

g es la aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

El coeficiente de fricción "f" es función del tipo de flujo y se calcula del modo siguiente:

- Si el flujo es laminar ($Re \leq 2000$):

$$f = \frac{16}{Re}$$

Si el flujo es turbulento ($Re \geq 4000$) o pertenece a la llamada zona de transición ($2000 < 4000$) se recurre a diagramas como el de Moody que expresa la relación

entre "f", el número de Reynolds (Re) y un parámetro conocido como rugosidad relativa de la conducción, que se representa como ϵ/d (d sigue siendo el diámetro interno de la conducción) y que se encuentra tabulado para distintos materiales. En concreto y para tubos de acero inoxidable el valor de diseño de ϵ es de 0.006 cm.

Por tanto, para calcular las pérdidas de carga se hace necesario caracterizar el tipo de flujo que se da en la conducción, para lo que es preciso conocer el número de Reynolds, el cual se calcula de la expresión siguiente:

$$Re = \frac{d \cdot v \cdot \rho}{\mu}$$

donde: **v** y **d** representan las magnitudes ya indicadas

ρ es la densidad del fluido, kg/m³

μ es la viscosidad dinámica del fluido, Pa·s

Todo lo anterior es válido para fluidos newtonianos, pero si el fluido no es de esta clase, será necesario, para calcular el factor de fricción de Fanning, recurrir a un gráfico de Moody modificado en el que se usa el número de Reynolds generalizado, que se calcula de la expresión siguiente:

$$Re = \frac{d^n \cdot v^{(n-1)} \cdot \rho}{\mu}$$

Donde **n** es el exponente de la ley de la potencia para el fluido en cuestión.

A pesar de que la longitud que figura en la ecuación de Fanning se refiere a la de la conducción, los accesorios incluidos en la misma (válvulas, codos, tes, reducciones, etc.)

provocan también una pérdida de carga en el fluido, que ha de ser tomada en cuenta en la ecuación anterior.

La forma más usual de considerar dicha pérdida de carga es a través del concepto de longitud equivalente. Por longitud equivalente de un accesorio determinado se

entiende la longitud de un tramo recto de tubería capaz de producir la misma pérdida de carga que estos elementos. Así la longitud de tubo que se usa en la ecuación de Fanning es la suma de la longitud efectiva de la tubería recta y la longitud equivalente de los accesorios insertos en ella. Dichas longitudes equivalentes se encuentran tabuladas para distintos tipos de accesorio en función de las dimensiones de la tubería.

A continuación, se incluye una tabla: (Branan, C.R. (editor), Rules of thumb for chemical engineers: a manual of quick, accurate solutions to everyday process engineering problems, Gulf Professional, Amsterdam, 2005) con valores adecuados para estas longitudes equivalentes:

Tabla 3. Longitudes equivalentes de diferentes accesorios (en pies).

Nominal Pipe size in.	Globe valve or ball check valve	Angle valve	Swing check valve	Plug cock	Gate or ball valve	45° ell	Short rad. ell	Long rad. ell	Hard T.	Soft T.	90° miter bends			Enlargement				Contraction							
														Sudden		Std. red.	Sudden		Std. red.						
														Equiv. L in terms of small d											
						Weld thrd	Weld thrd	Weld thrd	Weld thrd	Weld thrd	2 miter	3 miter	4 miter	d/D = 1/2	d/D = 1/3	d/D = 1/4	d/D = 1/5	d/D = 1/6	d/D = 1/8	d/D = 1/10	d/D = 1/12	d/D = 1/16	d/D = 1/20	d/D = 1/25	d/D = 1/32
1 1/2	55	26	13	7	1	12	3 5/8	23	8 9/16	23				5	3	1	4	1	3	2	1	1	—	—	—
2	70	33	17	14	2	23	4 5/8	34	10 11/16	34				7	4	1	5	1	3	3	1	1	—	—	—
2 1/2	80	40	20	11	2	2 1/2	5 1/8	3 1/2	12	3 1/2				8	5	2	6	2	4	3	2	2	—	—	—
3	100	50	25	17	2	2	6	4	14	4				10	6	2	8	2	5	4	2	2	—	—	—
4	130	65	32	30	3	3	7	5	19	5				12	8	3	10	3	6	5	3	3	—	—	—
6	200	100	48	70	4	4	11	8	28	8				18	12	4	14	4	9	7	4	4	1	—	—
8	260	125	64	120	6	6	15	9	37	9				25	16	5	19	5	12	9	5	5	2	—	—
10	330	160	80	170	7	7	18	12	47	12				31	20	7	24	7	15	12	6	6	2	—	—
12	400	190	95	170	9	9	22	14	55	14	28	21	20	37	24	8	28	8	18	14	7	7	2	—	—
14	450	210	105	80	10	10	26	16	62	16	32	24	22	42	26	9	—	—	20	16	8	—	—	—	—
16	500	240	120	145	11	11	29	18	72	18	38	27	24	47	30	10	—	—	24	18	9	—	—	—	—
18	550	280	140	160	12	12	33	20	82	20	42	30	28	53	35	11	—	—	26	20	10	—	—	—	—
20	650	300	155	210	14	14	36	23	90	23	46	33	32	60	38	13	—	—	30	23	11	—	—	—	—
22	688	335	170	225	15	15	40	25	100	25	52	36	34	65	42	14	—	—	32	25	12	—	—	—	—
24	750	370	185	254	16	16	44	27	110	27	56	39	36	70	46	15	—	—	35	27	13	—	—	—	—
30	—	—	—	312	21	21	55	40	140	40	70	51	44												
36	—	—	—	—	25	25	66	47	170	47	84	60	52												
42	—	—	—	—	30	30	77	55	200	55	98	69	64												
48	—	—	—	—	35	35	88	65	220	65	112	81	72												
54	—	—	—	—	40	40	99	70	250	70	126	90	80												
60	—	—	—	—	45	45	110	80	260	80	190	99	92												

El proceso de diseño del sistema de bombeo ya fue efectuado en su momento, sin embargo, en este documento sea mencionado una parte del proceso de selección de diámetros para que se considere en una posible expansión de la planta.

7.3 Componentes básicos de un sistema de bombeo.

Los componentes básicos de un sistema hidráulico son:

- | | | |
|------------|--------------|-------------------------|
| ➤ Bomba | ➤ Filtro | ➤ Fluido hidráulico |
| ➤ válvulas | ➤ Actuadores | ➤ Recipiente de aceite. |
| ➤ Tuberías | ➤ Sellos | ➤ Impulsor motriz |

Todos estos elementos son unidos o conectados entre sí por medio de tubos y/o mangueras.

7.4 Bomba sumergible.

La principal ventaja de una bomba sumergible es que nunca tiene que ser cebada, porque ya está sumergida en el fluido. Las bombas sumergibles también son muy eficientes porque realmente no tienen que gastar mucha energía en movimiento de agua. La presión del agua empuja el agua hacia una bomba sumergible, ahorrando así una gran parte de la energía de la bomba.

Además, aunque las bombas en sí no son versátiles, la selección sí lo es. Algunas bombas sumergibles pueden manejar fácilmente sólidos, mientras que algunas son mejores sólo para líquidos. Las bombas sumergibles son silenciosas, porque están bajo el agua, y la cavitación nunca es un problema.

Hay algunas desventajas con este tipo de bombas. Los sellos pueden corroerse con el tiempo. Cuando eso sucede, el agua se filtra en el motor, haciéndolo inútil hasta que se repare. Además, ese sello hace que la bomba sumergible sea un poco difícil de conseguir para las reparaciones.

La otra desventaja principal es que este tipo de bombas no encaja en todos los usos. Las bombas de una sola etapa se utilizan para la mayoría de los bombeos

Las bombas de múltiples etapas se utilizan para cualquier cosa subterránea, como pozos de agua o pozos de petróleo. Además, pueden trabajar con líquidos finos como el agua, o gruesos como aguas residuales.

Se debe tener cuidado con las bombas sumergibles; Deben estar completamente sumergidas. El agua alrededor de una bomba sumergible realmente ayuda a enfriar el motor. Si se utiliza fuera del agua, puede sobrecalentarse.

Para la protección de la bomba por sobrecalentamiento tiene una boya, la cual, acciona un interruptor que desenergiza la bomba, sin embargo, es recomendable que se le instale el tubo piezométrico ya que en este podrán darse cuenta a que nivel está el agua con respecto a la bomba.

El tubo piezométrico o manómetro es, como su nombre indica, un tubo en el que, estando conectado por uno de los lados a un recipiente en el cual se encuentra un fluido, el nivel se eleva hasta una altura equivalente a la presión del fluido en el punto de conexión u orificio piezométrico, es decir hasta el nivel de carga del mismo. Dicha altura H , es la suma de la altura de presión h , y la altura de cota z . En un tubo piezométrico la presión es la misma que dentro del depósito que contiene el fluido.

La presión P se puede expresar, de acuerdo con la ecuación de la hidrostática, como:

$$P = P_o + \rho \cdot g \cdot z = \rho \cdot g \cdot \delta h$$

Donde:

P_o = presión actuante sobre la superficie libre del fluido en el tanque.

ρ = Densidad del fluido

g = aceleración de la gravedad.

z = Profundidad del punto que se está midiendo en el fluido.

$\delta h = \Delta h$

= elevación del fluido en el tubo piezométrico, por encima del punto de medición

VIII. Compresor

8.1 Unidad compresora de aire.

8.1.1 Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como lo son los gases y los vapores. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él, convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinemática impulsando a fluir.

8.1.2 Al igual que las bombas, los compresores también desplazan fluidos, pero a diferencia de las primeras que son máquinas hidráulicas, estos son máquinas térmicas, ya que su fluido de trabajo es compresible, sufre un cambio apreciable de densidad y, generalmente, también de temperatura; a diferencia de los ventiladores y los sopladores, los cuales impulsan fluidos compresibles, pero no aumentan su presión.

8.1.3 Panzyna tiene una unidad compresora la cual, el refrigerante que llega al evaporador está limitado por una Válvula bypass con bulbo sensor, a la cantidad que pueda evaporarse, estos equipos tienen intercambio directo entre el aire comprimido a secar y el refrigerante que circula por el serpentín, intercambiador de calor de placas.

8.1.4 Es el sistema mediante el cual se seca el aire comprimido de forma eficaz a una temperatura ambiente de hasta +50 °C. Estos secadores operan con suma rentabilidad gracias a las bajas pérdidas de presión del sistema de intercambiadores de calor y, como si fuera poco, demandan mínimo mantenimiento. Debido a su diseño compacto ocupan poco espacio de instalación, por lo cual resultan ser equipos muy versátiles.

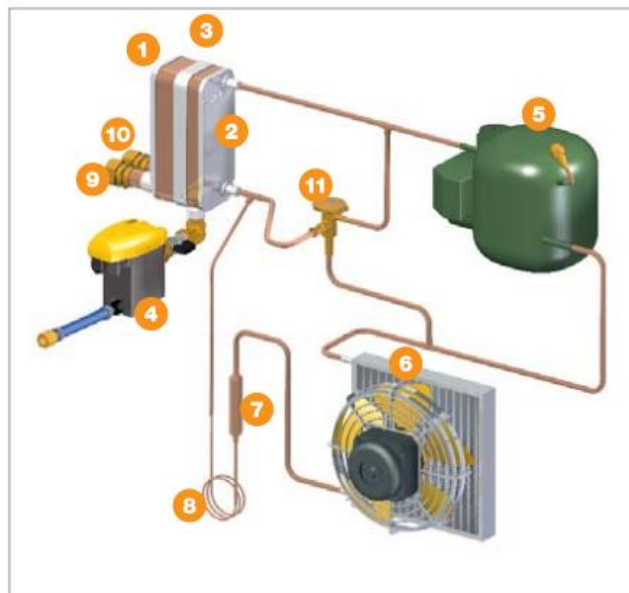
8.2 Por qué secar el aire comprimido.

El aire que ingresa al compresor siempre contiene agua. Cuando un compresor lo comprime, lo enfría hasta la temperatura de uso, haciendo que el aire libere parte de esa agua que contenía inicialmente. Esto da lugar a la acumulación de condensado que, junto con el aire comprimido, va a parar a la red de tubería. El resultado: altos costos de mantenimiento y reparación. Por fortuna, los secadores de aire comprimido ofrecen la protección adecuada, secando eficazmente el aire comprimido hasta un punto de rocío de +3 °C.

Los secadores KRYOSEC enfrían el aire comprimido húmedo en un sistema de intercambiadores de calor de placas en acero inoxidable de alta calidad. El condensado que se va acumulando se separa de manera eficaz en el separador integrado en todas las fases de funcionamiento. Un drenaje electrónico de condensado ECO-DRAIN se encarga de evacuar el condensado con absoluta confiabilidad.

8.3 Componentes básicos de un sistema de refrigeración.

En un sistema de refrigeración de expansión para cuarto frío tenemos los siguientes componentes:



Estructura

- 1 Intercambiador de calor aire/aire
- 2 Intercambiador de calor aire/agente refrigerante
- 3 Separador de condensado
- 4 Drenaje de condensado
- 5 Compresor de agente refrigerante
- 6 Condensador de agente refrigerante
- 7 Secador de filtro
- 8 Tubo capilar (evaporación y enfriamiento de agente refrigerante)
- 9 Entrada de aire comprimido
- 10 Salida de aire comprimido
- 11 Regulador bypass de gas caliente

Figura 2, (Componentes de secador de aire,

<https://ar.kaeser.com/download.ashx?id=tcm:42-5999>

8.4 Compresor hermético.

Un compresor es el corazón del ciclo de refrigeración. Funciona como una bomba para controlar la circulación del gas refrigerante, aumentando la presión del mismo e incrementando su temperatura. Asimismo, mantiene baja la presión y la temperatura en el evaporador para luego reconducirla al condensador. Según su aplicación los hay herméticos, semi-herméticos, y abiertos.

8.5 Reciprocante de pistón herméticos

El compresor de este secador es del tipo hermético de pistón reciprocante.

El compresor reciprocante usa pistones para comprimir el gas refrigerante que circula dentro de un sistema de refrigeración, transfiriéndolo del lado de baja al de alta presión del circuito.

El pistón se mueve una y otra vez dentro de la cámara de compresión por medio de una biela y un cigüeñal rotativo. Cuando el pistón se mueve hacia atrás dentro de la cámara de compresión, la válvula de entrada se abre y el gas entra hacia la cámara de compresión. Mientras el cigüeñal comienza a empujar el pistón, la válvula de entrada se cierra y el pistón comienza a comprimir el gas, tan pronto la presión de la cámara sea más alta que la presión detrás de la válvula de escape, ésta se abrirá y el gas fluirá a través del canal de descarga del compresor.

Refrigerantes Hidrofluorocarbonos (HFC).

Los Hidrofluorocarbonos (HFC) se consideran la tercera generación de gases refrigerantes, ya que han sido creados para sustituir a los CFC y los HCFC.

8.6 Compresor de aire.

8.6.1 El compresor de tornillo es un compresor de desplazamiento positivo. El compresor de tornillo basa su tecnología en el desplazamiento del aire, a través de las cámaras que se crean con el giro simultáneo y en sentido opuesto, de dos tornillos, uno macho y otro hembra. El aire llena los espacios creados entre ambos tornillos, aumentando la presión según se va reduciendo el volumen en dichas cámaras.

8.6.2 El ciclo de admisión de un compresor de tornillo representa un ciclo continuo de compresión, ya que el aire entra por un extremo y sale por el otro, en este recorrido el espacio entre los rodillos va disminuyendo para la compresión del aire.

8.6.3 El ciclo de compresión inicia desde el ingreso del aire ambiente a través del filtro, dicho elemento es vital para quitar las impurezas y proteger de esta manera

8.6.4 La unidad compresora, el mismo deberá de ser reemplazado cumplida las horas de vida.

8.6.5 La válvula de admisión permite el ingreso del aire hacia el cabezal de tornillo cada vez que esta está abierta, a la vez evita la contaminación del filtro con aceite cada vez que hace el cierre.

8.6.6 Luego el aire ingresa al cabezal compuesto por dos rotores helicoidales, los cuales uno de ellos esta traccionado por un motor eléctrico, el aire que desplazan los tornillos es medido en litros por minuto (l/min). El espacio de los rotores se hace progresivamente más pequeño esto permite la compresión del aire. El exceso de compresión del aire crea una temperatura elevada y para esto se inyectará aceite especial para este fin dentro del cabezal, el aceite cumplirá 3 funciones vitales que son: lubricar los componentes rulemanes y sellos, sellar los espacios entre los rotores no permitiendo el egreso del aire hacia la entrada, además retirara la temperatura de los rodillos para permitir el trabajo de los mismos a temperaturas optimas. Una vez que egresa el aire junto con el aceite de los tronillos pasa por una manguera que se conecta con el tanque separador, aquí parte del aceite decantará en el depósito y el fondo del mismo contendrá el nivel de aceite de la unidad compresora aquí este nivel podrá ser chequeado en el visor exterior

8.6.7 El aceite caliente del fondo del tanque separador fluirá a través de la válvula *bypass* hacia el radiador, donde se produce el enfriamiento del mismo, posteriormente el aceite regresará al tornillo para iniciar un nuevo ciclo.

8.7 Filtro de aire:

8.7.1 Evita el ingreso de la suciedad y particular de polvo, también evita el ingreso de abrasivos más pequeños para que no entren al sistema de tornillos y rodamientos, reduciendo las tensiones causada al separador de aire aceite y al filtro de aceite.

8.8 Filtro separador aire-aceite:

8.8.1 Como todo el aire este mezclado con aceite y el tenido comprimido debe de ser separado se dirige el aceite al depósito de aceite mientras que el aire gira alrededor del separador para atrapar el aceite restante con el efecto de ciclón habilita la separación del aire y el aceite que llegan al fondo del filtro este es el efecto coalescente, la cuales son recogidas por él tuvo de barrido.

8.9 Filtro de aceite:

8.9.1 Este separa las partículas de polvo y metal que se haya generado en todo el sistema.

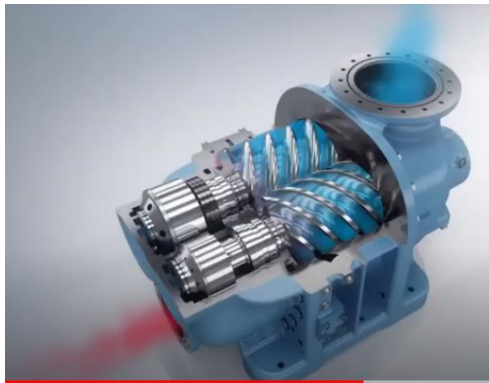


Figura 3, (Compresor semi hermético de Tornillo,
<https://es.kaeser.com/download.ashx?id=tcm:38-5922>)

IX. Ventilador.

9.1 Descripción general de ventilador.

Según. Mecánica de fluido, Robert L Mott, sexta edición, capítulo 18.4

Ventilación general es un término amplio que hace referencia o extracción de aire de una zona, local o edificio, según sus objetivos puede clasificarse de la siguiente manera:

9.1.1 Ventilación por dilución – consiste en la dilución del aire contaminado con aire sin contaminar, con el objetivo de controlar riesgos para la salud, riesgos de incendio y explosión, olores y contaminación molestos. La ventilación por dilución se puede también incluir el control de contaminantes ambientales (vapores, gases y partículas) generales en el interior de edificios cerrados.

9.1.2 La ventilación por dilución es menos satisfactoria que la extracción localizada para controlar los riesgos para la salud. Aunque en determinadas circunstancias es posible que la ventilación por dilución proporcione el mismo nivel de protección que la extracción localizada a un costo menor, debe ponerse atención en no considerar únicamente la inversión inicial y olvidar el costo de funcionamiento, puesto que la ventilación por dilución extrae usualmente cantidades importantes de calor cuya reposición puede incrementar en gran medida su costo energético global.

9.1.3 Ventilación de control térmico- Consiste en el control de las condiciones ambientales asociadas con los ambientes industriales muy calurosos, tal como lo que se encuentran en fundiciones, lavanderías, panaderías, laboratorios, etcétera, con la finalidad de prevenir daños a molestias.

X. Plan de mantenimiento.

Para la elaboración de este plan tomaremos en cuenta las técnicas del Plan de mantenimiento Planificado las cuales se adecuan más a las condiciones actuales de la empresa, esta cuenta con equipos nuevos y tiene como objetivo aprovechar el máximo la vida útil de los equipos.

Al llegar a las instalaciones no se encontraron manuales de mantenimiento, programación de actividades ni otra documentación que se adecue al registrado de los futuros mantenimientos, a pesar del poco tiempo que tienen de haberse puesto en marcha ya se observan signos de corrosión en las cubiertas de los equipos.

En la etapa de reconocimiento y recolección de datos el departamento de mantenimiento propuso hacer un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de refrigeración industrial, puesto a que en los pasados años el departamento solo actuaba de manera correctiva elevando drásticamente los costos de mantenimiento. El propósito de la nueva inversión al ser equipos nuevos es bajar los costos energéticos y disminuir los costos de mantenimiento.

El departamento de mantenimiento también sugirió para este plan, que se le asignara un organigrama administrativo, donde quede claro cuantas personas se necesitan y que actividades están ineludibles a realizar.

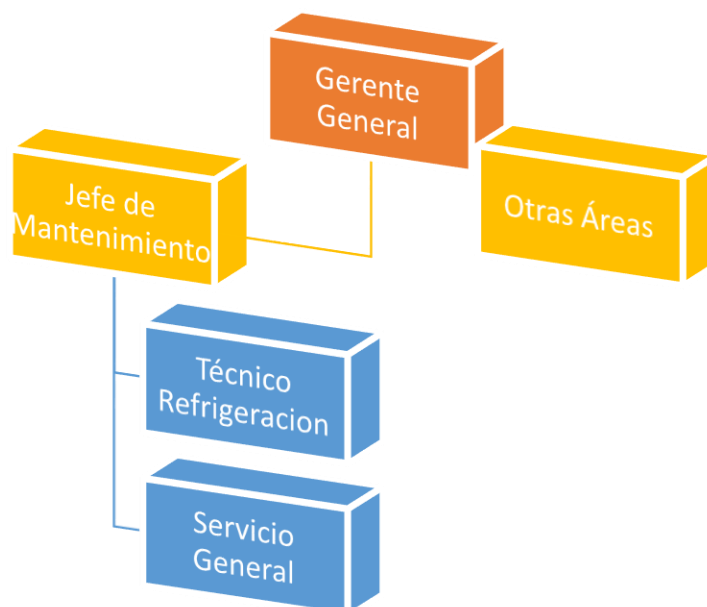
Dentro de la elaboración del plan de mantenimiento se van a realizar diferentes propuestas como la elaboración de archivo o historial para cada equipo, formatos y propuestas de actividades.

10.1 Organigrama Administrativo

El organigrama administrativo tendrá la función de dar forma a la estructura y delegación de trabajos según la formación y cargo de los integrantes del departamento de mantenimiento, actualmente no existe una forma correcta u ordenada de realizar los trabajos, todas las delegaciones se hacen de forma oral y como estime conveniente el gerente administrativo. Esto causa que trabajos de alta prioridad queden sin concluir o que demanden más personal de lo necesario.

Estructura actual del departamento de mantenimiento:

Diagrama 1.



Fuente: Elaboración Propia.

El sistema de organización actual, el jefe de mantenimiento cumple la funcionalidad de varios cargos, provocando exceso de carga de trabajo, mala

organización de trabajo, no se crean los registros pertinentes de mantenimiento y el departamento no marcha eficientemente.

Entre las funciones actuales del jefe están:

- Jefe de Mantenimiento.
- Técnico en refrigeración.
- Técnico en electricidad industrial.
- Obras civiles.
- Abastecimiento.
- Administrador de bodega.
- Ayudante.

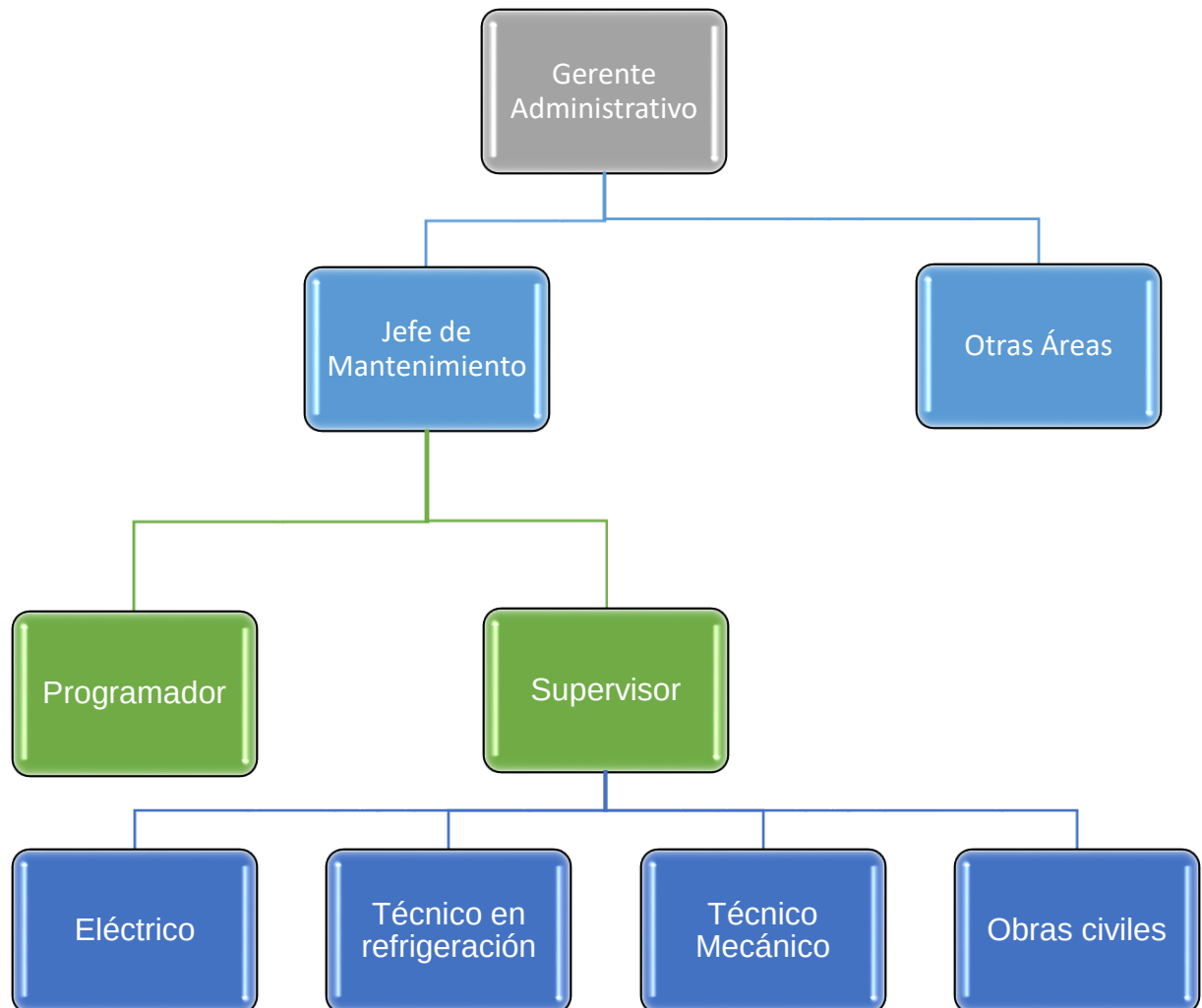
En lo que respecta al eléctrico residencial no está capacitado para ver conexiones de mando, actualmente su conocimiento alcanza para armar circuitos de fuerza, entre las actividades que desempeña se encuentran:

- Conexiones de circuitos de fuerza.
- Soldadura.
- Fontanería.
- Obra civil
- Ayudante.

Un componente importante para el éxito de cualquier organización es el tipo de estructura que implementa. Por eso, en todo momento deben estar pendientes de las consecuencias de una mala estructura organizativa, ya que esto no sería beneficioso viéndolo desde todas las perspectivas posibles.

La estructura de la organización determina el número de capas de gestión y funcionamiento de los departamentos que interactúan entre sí. La estructura organizacional deficiente puede crear una variedad de problemas, entre estos podemos mencionar la sobre gestión y la falta de comunicación, decir, con todos y cada uno de los empleados que tengan que ver con la parte administrativa de la empresa.

**10.2 El organigrama propuesto y sus actividades son las siguientes:
Diagrama 2.**



Fuente: Elaboración Propia.

10.2.1 jefe de mantenimiento

El Jefe de Mantenimiento será responsable de gestionar el mantenimiento global de la empresa, coordinando un grupo de personas calificadas en diferentes tareas para asegurar los planes de mantenimiento preventivo y correctivo de todas las instalaciones de la empresa.

Planificar, coordinar y dar seguimiento a la gestión del mantenimiento preventivo y correctivo en los equipos, garantizando el funcionamiento óptimo y adecuado de las instalaciones contribuyendo al cumplimiento de los objetivos estratégicos institucionales.

Actividades

- Mantener comunicación constante con el Coordinador del área en cuanto a las labores que se realizan diariamente.
- Ejecutar las compras de materiales e insumos necesarios para el cumplimiento de las solicitudes de servicio.
- Supervisar y dar seguimiento a los servicios solicitados a los proveedores.
- Responsable de las herramientas de uso común.
- Ordenar y suministrar las herramientas.
- Realizar rutinas diarias de revisión de equipos e instalaciones.
- Evaluar la funcionalidad del programa de control y hacer las actualizaciones necesarias.
- Realizar la contabilización y seguimiento al cumplimiento de las órdenes de servicio.
- Realizar pedidos de repuestos, herramientas y suministros a través de compras.
- Hacer el análisis de datos por mantenimientos y consumos del Proceso.
- Gestionar servicio tercerizados para la reparación de algunos equipos especiales.
- Planear y coordinar la ejecución de los programas de mantenimiento preventivo.

10.2.2 Supervisor.

Supervisar, gestionar y garantizar las respuestas en bodega para la realización de los mantenimientos preventivos, correctivos planificados, velar por el cumplimiento de los objetivos estratégicos institucionales.

Actividades

- Supervisar la ejecución de las actividades asignadas, normas y reglamentos, que rigen su área.
- Coordinar, asignar, ejecutar y supervisar la debida ejecución de los programas de mantenimiento correctivo y preventivo que se realizan en los sistemas, maquinarias y equipos del proceso a su cargo.
- Verificar que las instalaciones, materiales y equipos se encuentren en óptimas condiciones.
- Coordinar, asignar y supervisar la reparación, instalación y mantenimiento de instrumentos mecánicos y eléctricos.
- Atender y resolver las consultas que le planteen sus superiores y compañeros relacionados con la actividad a su cargo.
- Velar por la disciplina de su personal y llevar el control de asistencia correspondiente.
- Controlar y asegurar un inventario de repuestos y suministros.
- Verificar y notificar si las áreas de trabajo se encuentran en adecuadas condiciones higiénicas de acuerdo con la política del departamento HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Points*) de la empresa.

10.2.3 Programador.

La función principal del planificador de mantenimiento es determinar las tareas que se deben ejecutar, definir el momento en que deben llevarse a cabo y de qué manera se debe hacer.

- De un modo general, el planificador de mantenimiento se encarga de:
- Desarrollar un plan de mantención.
- Actualizar la información técnica de los equipos, las especificaciones y el listado de repuestos.
- Establecer y mantener un canal fluido de comunicación con áreas de producción, operadores y supervisores.
- Manejar el volumen del backlog de mantenimiento.
- Enfocar los esfuerzos del equipo para reducir el tiempo no productivo.
- Proporcionar información para la ejecución de las tareas de mantenimiento, reduciendo pérdidas de tiempo y períodos sin productividad.

10.2.4 Eléctrico

Realizar trabajo de carácter operativo que exige eficacia en el mantenimiento preventivo y correctivo, referente a todo tipo de instalacion electrica, bajo los lineamientos del jefe superior inmediato, con el proposito de mantener en optimo funcionamiento las instalaciones.

Actividades

- Realizar trabajos de mantenimiento electricos preventivo y correctivo.
- Hacer instalaciones nuevas y unificar las ya existentes.
- Dar mantenimiento a la planta.
- Revisar y supervisar instalacion electrica de los equipos.
- Realizar otras actividades delegadas por el jefe inmediato en relacion al puesto de trabajo.

10.2.5 Técnico en refrigeración

Realizar mantenimiento en equipos de refrigeracion y aire acondicionado, de acuerdo a los lineamientos emanados por el jefe superior inmediato, con el fin de que esten en optimas condiciones.

Actividades

- Dar mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos de refrigeracion.
- Realizar limpieza general en los evaporados.
- Revisar circuitos electricos y electronicos del equipo.
- Revisar borneras electrica.
- Instalar equipos de refrigeracion y aires acondicionados.
- Reparar condensadores y evaporadores.
- Reparar equipos de refrigeracion.
- Realizar otras actividades delegadas por el jefe superior o inmediato en relacion al puesto de trabajo.

10.2.6 Técnico Mecánico

Realizar mantenimiento en equipos derotativos, de acuerdo a los lineamientos emanados por el jefe superior inmediato, con el fin de que estén en optimas condiciones.

Mantener un sentido de previsión y seguridad durante todo el proceso de operación, cuidando los puntos y medidas de seguridad personal.

Actividades.

- Realizar rutina de mantenimiento preventivo.
- Realizar mantenimiento correctivo.
- Registra los parametros de operación.
- Registrar oportunamente la informacion acontecida en el turno tal como detenciones, fallas de la maquinaria o eventualidades ocurridas durante el turno.
- Verificar el adecuado funcionamiento de los equipos de, monitoreando presion y nivel de aceite, ruidos, temperatura con el fin de detectar probables fallas en el sistema y entregar el turno en óptimas condiciones.

10.2.7 Obras civiles

Actividades

- Instalar, mantener y reparar tuberías.
- Inspeccionar y probar sistemas de tuberías para la reparación de fugas y averías.
- Limpiar y despejar cualquier obstrucción en las tuberías de aguas residuales.
- Preparar materiales.
- Soldar.
- Pegar ladrillo y cerámicas.
- Dar mantenimiento a la infraestructura de los Cuarto frio.
- Realizar tras actividades delegadas por el jefe inmediato en relación con el puesto de trabajo.

En el siguiente cuadro se especifica el personal necesario para que las labores de mantenimiento marchen adecuadamente.

Tabla 4. Personal propuesto

CARGO	PERSONAL	AREA
Jefe de Mantenimiento	1	Administrativa
Programador	1	Administrativa
Supervisor	1	Administrativa
Técnico Eléctrico	1	Electricidad Industrial
Técnico en Refrigeración	1	Refrigeración
Mecánico	1	Técnico mecánico
Fontanero	1	Obra Civil

Fuente: Elaboración Propia.

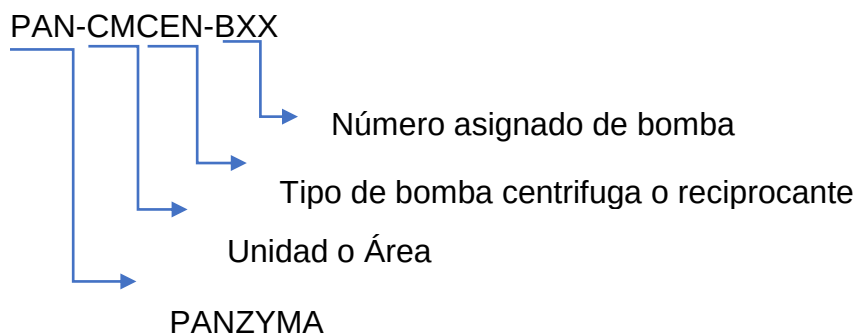
10.3 Codificación de equipos

Actualmente Panzyna no cuenta con un sistema de codificación de equipos. Por lo cual, se le recomienda a panzyna realizarlo.

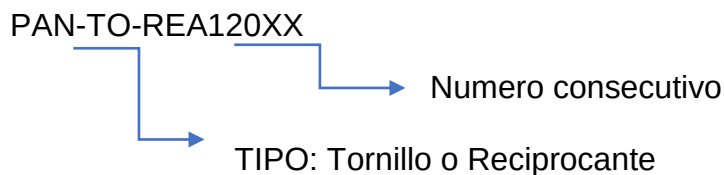
Como segunda instancia se realiza la codificación de los equipos. Este paso es muy importante ya que así podemos identificar cada uno de ellos e incluso algunos de sus componentes.

La codificación aporta información significativa de la maquina como puede ser área de trabajo, el tipo de maquina, ubicación etc.

La leyenda de la codificación propuesta para las bombas es la siguiente:



Para el compresor:



Para el ventilador:

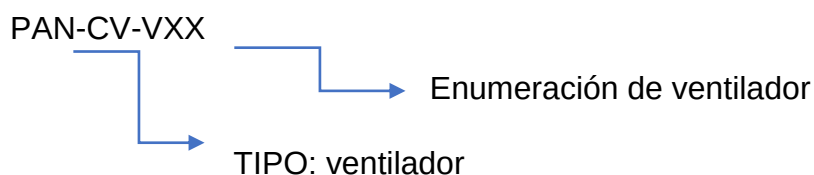


Tabla 5 Codificación de equipos, datos de equipos tomados en campo.

Ubicación	Equipo	Código	Marca	Modelo	Serie
Cuarto de maquinas	Bomba centrífuga	PAN-CMCEN-B01	PENTAIR STA RITE	DHJ3-170	001A15 1
	Bomba centrífuga	PAN-CMCEN-B02	PENTAIR STA RITE	DHJ3-171	001A15 2
	Bomba sumergible	PAN-PZCEN-B03			
Cuarto de compresor	Compresor de tornillo	PAN-CCTO-C1	KAESER	AS 25 SIGMA	
	Secador	PAN-CCSE-C1	KAESER	TCH35	1192
Cuarto de ventilador	Ventilador	PAN-CV-V1	Daikin Mcquay		

Fuente: Elaboración Propia.

10.4 Actividades y procedimientos para el mantenimiento anual.

Suponen en algunos casos una revisión completa del equipo (Overhaul), y en otros, la realización de una serie de tareas que no se justifica realizar con una periodicidad menor. Es el caso de cambios de rodamientos, limpieza interior de una bomba, medición de espesores en depósitos, equilibrado de aspas de un ventilador, por citar algunos ejemplos. Siempre suponen la parada del equipo durante varios días, por lo que es necesario estudiar el momento más adecuado para realizarlo.

El mantenimiento anual va de la mano con las actividades diarias y las actividades mensuales, si no se han realizado las debidas correcciones de lo reportado en las revisiones diarias, semanales y mensuales, el mantenimiento anual es el momento perfecto para corregir todo tipo de anomalía que tengan los equipos.

En el presupuesto anual a presentar aquí, es únicamente de manera de referencia ya que este estará ligado a la variante de horario de uso de las maquinarias y de los resultados obtenidos en las revisiones rutinarias realizadas a los equipos.

10.4.1 Lubricación de sistema de bombeo.

La función principal del aceite es la de lubricar dos superficies que están en movimiento, una con relación a la otra, reduciendo la fricción entre ellas, para evitar su desgaste. En refrigeración es necesario para una operación adecuada de la bomba.

El conocimiento de las características de los lubricantes para rodamientos de bombas principalmente a los fabricantes de equipo, en este caso **STA-RITE**, que son las marcas de bombas instaladas en PANZYMA, Sin embargo, es importante para los técnicos, comprender los principios básicos de selección de aceites, para que puedan resolver los problemas que pudieran resultar, por no usar los aceites adecuados en los equipos.

Una buena grasa para cojinetes de bombas debe reunir las cualidades que a continuación se enlistan.

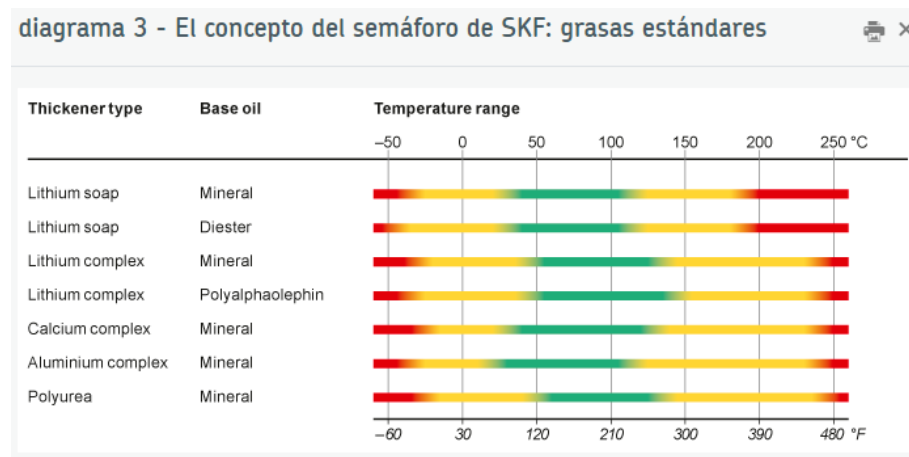
- Mantener su viscosidad a altas temperaturas.
- Mantener buena fluidez a bajas temperaturas.
- Ser miscible con el líquido bombeado
- Tener buena (alta) capacidad dieléctrica.
- No tener materia en suspensión.
- No debe contener ácidos corrosivos o compuestos de azufre.
- No formar depósitos de cera a las bajas temperaturas del sistema.
- No dejar depósitos de carbón al entrar en contacto con superficies calientes dentro del sistema.
- No contener humedad.

Ser química y térmicamente estable en presencia de refrigerantes, metales, aislamientos, empaques, oxígeno, humedad y otros contaminantes.

Actualmente en laboratorios PANZYMA el tema de lubricación no ha sido tomado profesionalmente, en lo que respecta al engrase de equipos se hace hasta que el cojinete emite ruidos, siendo esta un practica no profesional.

Evaluación de la idoneidad de grasas de marcas diferentes de SKF

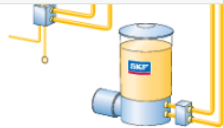
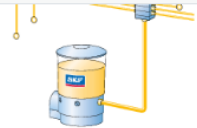
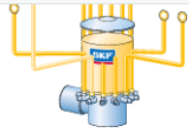
Las grasas de proveedores distintos de SKF deben estar aprobadas por el proveedor. Utilice el diagrama 3 para evaluar el rendimiento según la temperatura y la vida útil prevista de la grasa. Cuando corresponda, tenga en cuenta las consideraciones especificadas para las grasas SKF.



Se puede lograr la lubricación continua por medio de lubricadores automáticos en un solo punto o en múltiples puntos, p. ej., SYSTEM 24 o SYSTEM MultiPoint de SKF.

Los sistemas de lubricación centralizada, como SKF Monoflex, SKF ProFlex, SKF Duoflex, SKF Multiflex (tabla6) y Lincoln Centro Matic, Quickclub y Dual Line pueden suministrar la grasa en diversas cantidades de manera confiable.

tabla 6 - Sistemas de lubricación centralizada SKF

				
	SKF MonoFlex	SKF DuoFlex	SKF ProFlex	SKF MultiFlex
Tipo	Línea simple	Línea doble	Progresivo	Multilínea
Adecuado lubricantes	Aceite Grasa con grados NGLI de 000 a 2	Aceite Grasa con grados NGLI de 000 a 3	Aceite Grasa con grados NGLI de 000 a 2	Aceite Grasa con grados NGLI de 000 a 3
Aplicación ejemplos	Aplicaciones de máquinas herramienta, impresión, textil y todoterreno	Máquinas metalúrgicas, industria papelera, minería, plantas cementeras, grúas de cubierta, centrales eléctricas	Prensas industriales y de impresión, aplicaciones todoterreno, turbinas eólicas	Industria del petróleo y el gas, aplicaciones de la industria pesada

SKF propone que el cambio de grasa a sus motores puede ser cada 2 años, tomando en cuenta que sus Bombas funcionen 24/7.

Según los datos de placa en estos equipos, considerando la aplicación y el tipo de lubricante recomienda usar grasa *LGMT 2*. (Lithium soap / mineral oil).

Tomando en cuenta las recomendaciones se propone utilizar la grasa *LGMT2*, realizar medición de vibración semestralmente y para tener un criterio estrictamente conservador se recomienda hacer el cambio de grasa cada 2 años.

10.4.2 Pasos para el engrase de rodamientos.

- Es necesario disponer de una bomba de engrase.
- La grasa apropiada para el rodamiento de motor y dentro del plazo de validez.
- Se necesita limpiar la cabeza de la bomba inyectora de grasa.
- Observar si el contenido de la bomba esta nivelado, con el fin de evitar que la presión de trabajo en la bomba, separe el aceite de los demás componentes de la grasa.
- La boca engrasadora del motor eléctrico debe estar limpia y tapada para evitar la contaminación de la grasa.

- Para llevar a cabo el engrase es importante conocer la cantidad de grasa, en gramos, que la bomba utilizada libera cada vez que se acciona. Para eso se debe utilizar la balanza digital, para que nos indique esta cantidad.
- Con este procedimiento es posible determinar cuántas veces la bomba debe ser accionada, hasta liberar la cantidad de grasa necesaria, conforme a lo descrito en la placa de identificación del motor eléctrico.
- Una vez hecho el paso anterior, es hora de desobstruir el purgador, porque allí puede haber grasa reseca.
- Retire la protección de la boca de engrase, limpie la boca y el área alrededor.
- Coloque la cantidad de grasa indicada en la placa de identificación y, preferiblemente, con el motor funcionando.
- Al terminar el engrase ponga de vuelta la protección en la cabeza del engrasador y haga las debidas anotaciones en el plan de mantenimiento.

Este proceso aplica para las bombas **PENTAIR STA-RITE**, puesto que todas las bombas tienen un diseño altamente similar.

10.4.3 Verificación de filtros.

Un filtro o pascón está diseñado para no dejar que entren partículas sólidas con una determinada granulometría. Así se protege el impulsor de la bomba y los rodamientos fríos de la misma.

10.4.4 Cuando limpiar o cambiar el filtro/pascón.

El cambio del filtro se da cuando haya una caída de presión arriba del límite recomendado, cuando el filtro se haya saturado de sólidos.

En la siguiente tabla se muestran las caídas de presión máximas en (mca) recomendadas a través de los filtros de hidrociclón + malla de la línea de succión y línea de líquido, para instalación permanente o temporal.

Factor de conversión. 1 **mca** = 1.422 **PSI**.

	Procedencia del agua a filtrar	Especialmente indicado para retener	Situación en el cabezal	Pérdidas de carga máximas (mca)
Hidrociclón (H)	Pozos, acuíferos...	Materia inorgánica (arenas)	H + (M o D)	3
Arena (A)	Balsas, canales, acequias...	Materia orgánica	A + (M o D)	
Discos (D)	Todas	Orgánica Inorgánica	A + D H + D	3 - 5
Malla (M)	Todas	Orgánica Inorgánica	A + M H + M	

Figura 4, (Caída de presión máxima recomendada en filtros de hidrociclón de malla)

10.4.5 Revisión de parámetros eléctricos

En los parámetros eléctricos es fundamental asegurarse que estos están en los rangos adecuados para asegurar el correcto funcionamiento del equipo, entre estos destacan intensidad (corriente) y tensión (voltaje).

Medición de intensidad (amperaje)



Figura 5, (Medición de parámetros eléctricos)

Es el flujo de carga eléctrica por unidad de tiempo que recorre un material. En los equipos trifásicos se debe medir la intensidad o corriente que consume el equipo en pleno funcionamiento y compararse con sus datos de placa y así verificar el amperaje en cada fase. *Solo basta con medir con la pinza amperimétrica.*

10.4.6 Medición de tensión (voltaje)

La tensión nominal de estos equipos es 230V, el voltaje real se permite un error $\pm 5V$

- Un juego de tres cables que entran, y un juego de tres cables que salen. Los terminales en que los cables entrantes están unidos y estarán etiquetados como L1, L2 y L3, o Línea 1, Línea 2 y Línea 3. Los terminales de los cables salientes tienen etiquetas diferentes: T1, T2 y T3, o Carga 1,

Carga 2 y Carga 3. Cada alambre lleva una fase de la corriente trifásica, y los números designan la fase actual. Por ejemplo, L1 y T1 llevan la primera fase.

- Coloca una punta del multímetro en L1 y la otra en L2. Espera a que el multímetro muestre el voltaje. Haz la misma prueba entre L1 y L3, y entre L2 y L3. La lectura del voltaje debe ser la misma para cada prueba.
- Coloca las puntas del multímetro en T1 y T2. El voltaje debe ser 0. Haz pruebas similares entre T1 y T3 y entre T2 y T3. Todas deben leer cero voltios.
- Mueve la palanca del interruptor de desconexión a la posición de "encendido". Prueba entre las puntas T1 y T2. El voltaje debe ser el mismo que la prueba para L1 y L2. Repite las pruebas entre T1 y T3 y entre T2 y T3. El voltaje no debe variar que más de unos pocos voltios en cualquier prueba.

La corriente trifásica de un convertidor de fase rotativo puede tener una fase con una tensión diferente de los otros dos. Esta tensión también variará en condiciones de carga, tales como cuando el motor está en marcha, esto es normal.

10.4.7 Revisión de Contactos y Conexiones Eléctricas

- Se deben revisar el o los tableros mensualmente para ver el estado de los protectores; si éstos presentan rasgos de calentamiento, desprendimiento, daños de partes o situaciones similares, debe solicitarse la asistencia de personal especializado.
- Verificar que los interruptores termomagnéticos no tengan falso contacto en las barras de alimentación, que no presenten calentamiento excesivo y que accionen correctamente, si alguno presenta estas anomalías deben reajustar los terminales de montaje y si persiste ser reemplazado.
- Verificar voltaje y corriente en la entrada y salida del interruptor principal.

- Verificar el estado general de los cables, que no presenten deterioro por recalentamiento, si esto se presenta cortar la alimentación eléctrica y reemplazar.
- Estas actividades incluyen la revisión de los terminales en borneras, contactores, protectores térmicos, fusibles, bobinas, protectores de fase, circuito de mando y control para verificar si dichos contactos están bien ajustados y no presentan óxido.
- Cuando los circuitos presentan juego en los contactos deben ser reajustados, si los terminales, borneras, conectores de gaveta, están en presencia de óxido, este deberá ser removido en caso de ser permitido, de modo contrario dichos terminales y conexiones deberán ser reemplazadas.
- Verificar que el centro de carga del equipo no se encuentre expuesto a exceso de humedad (encharcamiento) y que la barra de drenaje en el equipo no se encuentre obstruida o deteriorada.

10.4.8 Inspección Mecánica de la bomba.

- Observar detalladamente las juntas de la bomba.
- Detectar ruidos no comunes en el funcionamiento, ya que esto puede significar el inicio de un problema mayor.
- Revisar el anclaje de la bomba y motor. Ver que los muelles no estén fracturados o completamente rotos.
- Identificar formaciones de óxido.
- Verificar si existen fugas de fluido.

10.5 Mantenimiento del ventilador

10.5.1 Requerimientos

El correcto cuidado y mantenimiento es indispensable en la operación exitosa de cualquier ventilador. La periodicidad del mantenimiento depende del tipo de operación y cuidado, como también del servicio que ejecutará y especialmente que rol ocupará como parte de otro equipamiento. La falta de un adecuado mantenimiento podría guiar a un extensivo y prematuro daño de la unidad.

10.5.2 Inspección periódica

Se requerirá una inspección registrada y actualizada del balanceo, lubricación, tensión de las correas y pintura. Cuando se realiza el mantenimiento hay que asegurarse de cortar la corriente eléctrica. Chequear y limpiar todos los componentes. Especial cuidado se debe tener en las partes que están directamente en el flujo de aire, especialmente en la turbina ya que la acumulación de materiales extraños en los álabes podría afectar el balanceo y duración de los rodamientos. Chequear todas las partes por desgastes y desalineaciones, reparar o reemplazar si es necesario.

10.5.3 Partes estáticas.

Si es posible, desconectar el ventilador de los conductos, luego proceder: Cuidadosamente limpiar las partes internas de la carcasa y, si es posible, los conductos de entrada y salida del ventilador. Limpiar el rotor. Reconectar los conductos. Poner cuidado en no dejar ningún objeto olvidado dentro del ventilador, esto podría ocasionar serios daños al equipo y al usuario. Finalmente limpiar la parte exterior del ventilador.

10.5.4 Rotor.

La puerta de inspección en la carcasa permite una revisión periódica del rotor; este último está sujeto a tensiones provenientes de fuerzas centrífugas y vibraciones. Remover cualquier elemento extraño que podría conducir a un significativo y peligroso desbalance del rotor.

10.5.5 Motor Eléctrico.

El mantenimiento de los motores eléctricos, adecuadamente aplicado, se resume a una inspección periódica en cuanto a los niveles de aislamiento, elevación de temperatura, desgastes excesivos, correcta lubricación de los rodamientos y eventuales exámenes en el ventilador, para verificar el correcto flujo de aire. La frecuencia con que deben ser hechas las inspecciones, depende del tipo de motor y de las condiciones del local de aplicación del motor. Los motores deben ser mantenidos limpios, exentos de polvo, residuos y aceites.

a) Para la *limpieza* proceder como sigue, luego de desconectar la energía:

- Limpiar la carcasa colocando especial atención a las aberturas de ventilación.
- Inspeccionar visualmente el estado de los cables.
- Sacar la cubierta de la caja de terminales.
- Chequear las conexiones y estado (terminales limpios, ajustados y sin oxidación)
- Ajustar los cables si es necesario.
- Cuidadosamente cerrar la caja de terminales cambiando todos los sellos.

b) Para la *lubricación* de los rodamientos, se debe realizar:

- Observación y examen del estado general en que se encuentran los rodamientos (verificar que la temperatura de trabajo de los mismos no supere los 70° C)
- Limpieza y lubricación con grasa a base de Litio (estabilidad mecánica e insolubilidad en agua).

10.6 Actividades y procedimientos para el mantenimiento

10.6.1 Cojinetes y rodamientos

La grasa es una de grado alimenticio de alto rendimiento, especialmente formulada para la lubricación de los cojinetes de precisión, que funcionan a temperaturas moderadas y bajas, se caracterizan por excelente estabilidad mecánica, su alta resistencia al agua y su estabilidad de oxidación extremadamente alta. Estas cualidades proveen a la grasa una vida de servicio extendida.

La vida útil esperada para los cojinetes delanteros y posteriores es de tres a seis años, pero puede acortarse debido a las condiciones hostiles de funcionamiento real.

STA RITE Y BALDOR INDUSTRIAL MOTO recomiendan que el reemplazo de cojinetes después de cinco años de funcionamiento; dentro de este período de tiempo los cojinetes no necesitan ser lubricados.

Este lubricante también se usa como cobertura de protección anticorrosión para las partes anexas como ejes enrolladores, ranuras del chavetero, superficies maquinadas en la carcasa del eje del piñón, superficies maquinadas en la carcasa del engranaje superior central y otros componentes de ajuste a presión.

10.6.2 Corrosión

En los equipos puede aparecer óxido producto del contacto con agua o bien por el contacto con la atmósfera montañosa de la zona del cruce. La superficie que presenten óxido debe de ser atendida a la brevedad posible, esto para evitar daños mayores que puedan restar vida útil a los equipos.

Actualmente el agua que alimenta la planta PANZYMA proviene de un pozo propiedad de la empresa, esta no cuenta con tratamiento, el tratamiento es dado cuando esta entra en la fábrica de farmacéutica, los equipos dentro de la fábrica son contemplados ni analizados en este documento.

Si la velocidad del agua no es la correcta los sedimentos del agua se impregnan en las paredes de la tubería y todos los accesorios que son parte del sistema del bombeo.

Por la atmósfera de montaña que predomina la zona, todos los equipos que se encuentran expuestos a esta atmósfera son atacados químicamente por el alto porcentaje de oxígeno. Para evitar la corrosión, se requiere la protección de los elementos que más están expuestos a la atmósfera del lugar, esto se puede hacer aplicando pintura. De esta manera se evita la corrosión de los equipos.

10.6.3 Limpieza

Limpieza exterior

Limpie el exterior de las partes descubiertas de los ejes de las bombas, pernos, tuercas con lubricante multi uso WD40.

10.6.4 Rutina de Mantenimiento

MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
DE SISTEMAS DE BOMBEO			
Frecuencia	Actividades de mantenimiento	Estado	Comentario
Semanal	Inspección de nivel de grasa		
Quincenal	inspección de sistema de entrada de aire		
	medición de presión.		
	edición de temperatura		
Mensual	Revisión de parámetros eléctricos		
	Medición de vibración		
	Medición de puesta a tierra.		
	Revisión de diferencial de presión en pascón filtro.		
	Revisión de instrumentación		
Semestral	inspección mecánica		
	Revisión de sello mecánico		
	Revisión de flotador en tanque y actuador eléctrico en la bomba		
Anual	Prueba de caudal		
	Revisión de parámetros eléctricos		

Fuente: Elaboración Propia.

10.6.5 Actividades para el mantenimiento preventivo

MANTENIMIENTO PREVENTIVO COMPRESOR DE AIRE.	
Frecuencia	Actividades de mantenimiento
Semanal	Inspección de nivel de aceite
Quincenal	Inspección de aislamiento
	Inspección de fans
	Inspeccionar presiones de succión y descarga
	Medición de temperatura en la salida y entrada del aire.
Mensual	Inspección de conexiones eléctricas.
Semestral	Inspeccionar válvula check/retención
	Inspeccionar válvula de aceite
	Inspeccionar válvula de cierre de aceite
	Inspeccionar interruptor de flujo de aceite
	Inspeccionar filtro de aceite
	Inspección filtro de aire.
	Verificación mecánica
	Prueba de descarga de PSV
Anual	Inspección de retenedores
	Inspección de válvula de alivio
	cambio de aceite

Fuente: Elaboración Propia.

10.6.6 Actividades para el mantenimiento preventivo

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VENTILADOR	
VENTILADOR	
Frecuencia	Actividades de mantenimiento
DIARIO	Revisar ventilador por ruidos vibración.
	Verifique que en el área no haya fluidos sospechosos (agua, aceite, etc.).
	Verifique que el indicador el ventilador y motor eléctrico estén bien sujetos.
SEMANTAL	Inspeccione el sistema de circulación de aire y verificación rejillas de entrada de aire.
	Inspeccione el sistema de circulación de aire, verifique que no haya fugas en las juntas y/o tubos rotos.
	Verifique visualmente el estado de la correa.
MENSUAL	Inspeccione si hay incrustaciones de minerales u oxido en la superficie del del ventilador y motor eléctrico. Limpiar si es necesario.
	Inspeccione si hay incrustaciones o suciedad en la entrada del ventilador. Limpie de ser necesario.
	Verifique tensión de correas.
ANUAL	Realizar medición de vibraciones
	Inspeccionar las válvulas, detecte fugas o daños.
	Inspeccionar la condición de las conexiones eléctricas
	Lubricar lubricación de los rodamientos.

10.6.7 Hoja de inspección de bombas

HOJA DE INSPECCION DE BOMBAS.

Los niveles indicados en la Tabla A.1 pueden caracterizarse como sigue:

El nivel 1 se usa normalmente para bombas en servicios generales;

El nivel 2 comprende los requisitos de rendimiento y materiales y es más estricto que el nivel 1;

Los elementos de nivel 3 deben considerarse para bombas en servicios críticos.

La inspección requerida se indicará en la primera columna como:

- ☐ C: solo certificación.
- ☐ O: Inspección observada.
- ☐ P: Inspección presenciada.

Tabla A1- listado de Inspección de Bombas.

ID EQUIPO	Equipo	No serie		
Inspección requerida C, O, o P	Descripción	Fecha de inspección	Inspector	Estado
	N1-Inspeccion nivel intermedio.			
	Revisión del cuerpo de la bomba			
	Revisión de motor y conexiones eléctricas			
	Revisión de pernos de anclajes			
	Revisión de tuberías y conexiones de tubería			
	Revisión de base de concreto de bomba			
	Prueba hidrostática			
	Verificación de caudal de la bomba			
	Verificación de tolerancia de vibración			

	Verificación de rotación en dirección de la flecha			
	Verificación de actualización de dibujos.			
	Verificación de fugas			
	Identificación del equipo.			
	Pintura.			
	N2-Inspeccion nivel intermedio.			
	Información del equipo accesible manual, dibujo de partes, inspecciones de rutina.			
	Ensayos no destructivos.			
	Certificados de cumplimiento de equipo.			
	Copias de proveedores locales.			
	Pruebas de NPSH			
	N3-Inspeccion nivel Especial (adjuntar nivel 1 y nivel 2)			
	Reparaciones de soldadura			
	Aprobar procedimientos de soldadura			
	Dibujo de reparación de soldadura			
	Prueba hidrostática			
	Ensayos no destructivos			
	Prueba de vibración.			
	Revisión de rodamientos y/o cambio.			
	Alineación de bridas y tuberías.			

10.6.8 Hoja de inspección de Compresores

HOJA DE INSPECCION DE COMPRESORES.

Los niveles indicados en la Tabla B.1 pueden caracterizarse como sigue:

El nivel 1 se usa normalmente para compresor en servicios generales;

El nivel 2 comprende los requisitos de rendimiento y materiales y es más estricto que el nivel 1;

Los elementos de nivel 3 deben considerarse para compresores en servicios críticos.

La inspección requerida se indicará en la primera columna como:

- ☐ C: solo certificación.
- ☐ O: Inspección observada.
- ☐ P: Inspección presenciada.

Tabla B1- listado de Inspección de Bombas.

ID EQUIPO	Equipo	No serie		
Inspección requerida C, O, o P	Descripción	Fecha de inspección	Inspector	Estado
	N1-Inspeccion nivel intermedio.			
	Revisión del cuerpo del compresor.			
	Revisión de compresor, motor y conexiones eléctricas			
	Revisión de pernos de anclajes			
	Revisión de tuberías y conexiones de tubería			
	Revisión de base.			
	Prueba hidrostática			
	Verificación de filtro de entrada			
	Verificación Nivel de lubricante de enfriamiento			
	Verificación Nivel de lubricante de compresor.			
	Verificación de tolerancia de vibración			

	Verificación de rotación en dirección de la flecha			
	Verificación de actualización de dibujos.			
	Verificación de fugas			
	Identificación del equipo.			
	Pintura.			
	N2-Inspeccion nivel intermedio.			
	Información del equipo accesible manual, dibujo de partes, inspecciones de rutina.			
	Ensayos no destructivos.			
	Certificados de cumplimiento de equipo.			
	Copias de proveedores locales.			
	Pruebas de caudal de salida			
	N3-Inspeccion nivel Especial (adjuntar nivel 1 y nivel 2)			
	Reparaciones de soldadura			
	Cambio de tornillo sin fin.			
	Aprobar procedimientos de soldadura			
	Dibujo de reparación de soldadura			
	Prueba hidrostática			
	Ensayos no destructivos			
	Prueba de vibración.			
	Revisión de balineras			
	Alineación de bridas y tuberías.			

10.6.9 Hoja de inspección de Ventiladores

HOJA DE INSPECCION DE VENTILADOR.

Los niveles indicados en la Tabla C.1 pueden caracterizarse como sigue:

El nivel 1 se usa normalmente para ventiladores en servicios generales;

El nivel 2 comprende los requisitos de rendimiento y materiales y es más estricto que el nivel 1;

Los elementos de nivel 3 deben considerarse para ventiladores en servicios críticos.

La inspección requerida se indicará en la primera columna como:

- ☐ C: solo certificación.
- ☐ O: Inspección observada.
- ☐ P: Inspección presenciada.

Tabla C1- listado de Inspección de Bombas.

ID EQUIPO	Equipo	No serie		
Inspección requerida C, O, o P	Descripción	Fecha de inspección	Inspector	Estado
	N1-Inspeccion nivel intermedio.			
	Revisión del cuerpo del ventilador			
	Revisión de ventilador, motor y conexiones eléctricas			
	Revisión de pernos de anclajes			
	Revisión de ductos y conexiones.			
	Revisión de base de concreto de ventilador			
	Prueba de hermeticidad			
	Verificación de caudal del ventilador.			
	Verificación de tolerancia de vibración			

	Verificación de rotación en dirección de la flecha			
	Verificación de actualización de dibujos.			
	Verificación de fugas de líquidos			
	Identificación del equipo.			
	Pintura.			
	N2-Inspeccion nivel intermedio.			
	Información del equipo accesible manual, dibujo de partes, inspecciones de rutina.			
	Ensayos no destructivos.			
	Certificados de cumplimiento de equipo.			
	Copias de proveedores locales.			
	N3-Inspeccion nivel Especial (adjuntar nivel 1 y nivel 2)			
	Reparaciones de soldadura			
	Aprobar procedimientos de soldadura			
	Dibujo de reparación de soldadura			
	Ensayos no destructivos			
	Prueba de vibración.			
	Revisión de balineras			
	Alineación de bridas y tuberías.			

10.7 Tiempo propuesto para la realización de tareas

Determinar el tiempo de las tareas de mantenimiento es de suma importancia ya que permite ejercer cierto control sobre el personal y evitar extendidos tiempos de reparación. Estimar este tiempo también ayuda a determinar cuánto tiempo deberá entrar en paro la máquina o equipo para hacer ciertas tareas de mantenimiento.

En este caso las tareas más largas de mantenimiento que requiere paro del equipo se realizarán en el periodo de revisión de parámetros eléctricos el cual tiene una duración de 35 minutos, aprovechar este tiempo significaría qué podemos evitar las horas paro del equipo.

Se llevaron a cabo todas las tareas propuestas para medir el tiempo en qué se efectúa cada una de las actividades de mantenimiento, para finalmente proponer un tiempo óptimo.

Tabla N° 7. Tiempo propuesto para la realización de actividades, ver Anexo

15.14

TIEMPO PROPUESTO PARA LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO EN EQUIPOS DE BOMBEO		
ACTIVIDAD	TIEMPO MEDIDO EN MINUTOS	TIEMPO PROPUESTO EN MINUTOS
Inspección visual	5	15
Inspección de FAN	10	30
Medición de presión y temperatura en todo el sistema	10	25
Revisión de parámetros eléctricos y verificación de resistencia	23	35

Fuente: Elaboración Propia.

XI. Plan de mantenimiento.

11.1 presupuesto anual de mantenimiento

Este presupuesto descrito a continuación permitirá realizar de manera satisfactoria todas las actividades propuestas y también incluye EPP para el personal.

En la proyección anual tenemos que tomar en cuenta que nos encontramos en un mercado que cambia constante y generalmente los precios tienden a subir. Al incrementar los precios de insumos, herramientas y equipos esto influye directamente en el presupuesto.

Es importante prever estos incrementos, eso garantiza que se realicen todas las actividades programadas sin afectar el presupuesto.

Tabla N°8. Perspectiva Salarial

PERSPECTIVA SALARIAL ANUAL					
CARGO	SALRIO MENSUAL	SALARIO ANNUAL	PATRONAL 21.5%	AGUINALDO	SUB-TOTAL
Jefe. Mant	C\$21,000	C\$252,000	C\$54,180	C\$21,000	C\$327,180
Supervisor	C\$10,000	C\$120,000	C\$25,800	C\$10,000	C\$155,800
Programador	C\$9,000	C\$108,000	C\$23,220	C\$9,000	C\$140,220
Eléctrico	C\$9,000	C\$108,000	C\$23,220	C\$9,000	C\$140,220
T. Refrigeración	C\$9,000	C\$108,000	C\$23,220	C\$9,000	C\$140,220
T. Mecánico	C\$9,000	C\$108,000	C\$23,220	C\$9,000	C\$140,220
Obra civil	C\$9,000	C\$108,000	C\$23,220	C\$9,000	C\$140,220
				TOTAL	C\$1,184,080

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°9 Equipo de protección personal para la ejecución de actividades

Equipo de protección personal anual EPP.							
Colaborador	Lentes	Guantes de cuero	Guantes dieléctricos	Botas de seguridad	casco	tapones para oídos lavables	Overol
Jefe. Mant	2	1		1	1	2	1
Supervisor	4	4		2	1	2	2
Programador	2	1		1	1	2	1
T. Refrigeración	4	4		2	1	2	2
Eléctrico	4	4	4	2	1	2	2
T. Mantenimiento	4	4		2	1	2	2
Obra civil	4	4		2	1	2	2
Total	24	22	4	12	7	14	12
Precio uni	C\$60.00	C\$120.0	C\$300.0	C\$3,000.0	C\$600.0	C\$30.0	C\$2,000.0
Sud total	C\$1,440.00	C\$2,640.0	C\$1,200.0	C\$36,000.0	C\$4,200.0	C\$420.0	C\$24,000.0
Total, C\$	C\$69,900.0						

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°10. Herramientas requeridas para la implementación del plan

Herramientas			
CANTIDAD	DESCRIPCION	P. UNITARIO	IMPORTE
2	Manómetro para gas R507	C\$1,500.00	C\$3,000
1	Pinzas de mecánico	C\$300.00	C\$300
1	Pinzas de presión	C\$250.00	C\$250
1	Pinzas de electricista	C\$400.00	C\$400
1	Pinza pela cables	C\$230.00	C\$230
1	Termómetro de aguja	C\$1,730.00	C\$1,730
20	Brochas	C\$30.00	C\$600
2	Correa de transmisión	C\$600.00	C\$1,200
2	Llave ratchet para refrigeración	C\$600.00	C\$1,200
4	Juego de destornilladores	C\$200.00	C\$800
SUB-TOTAL			C\$9,710
I. V. A			C\$1,456.50
TOTAL			C\$11,166.50

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°11 Insumos requeridos para la Implementación del plan

INSUMOS				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	P. UNITARIO	IMPORTE
3	Galones	Líquido para limpiar serpentín	C\$400	C\$1,200
3	Unidades	Pintura Fast Dry en spray	C\$90	C\$270
2	Galones	Jabón líquido industrial	C\$110	C\$220
4	Unidades	Rodamientos 6207	C\$1,500	C\$6,000
5	Unidades	Paste	C\$15	C\$75
3	Galones	Desengrasante	C\$250	C\$750
8	Galones	Aceite API CG-4, APICH4 o ACEA E3.	C\$1,500	C\$12,000
1	Galón	Grasa LGMT2	C\$2,000	C\$2,000
12	Galones	Aceite refrigerante KAESER 1600	C\$2,450	C\$29,400
5	Unidades	Limpiador de contacto Eléctrico	C\$340	C\$1,700
1	Unidades	Cilindro Refrigerante R134a	C\$500	C\$500
10	Unidades	Tape eléctrico	C\$90	C\$900
3	Unidades	Tape vulcanizado	C\$200	C\$600
6	Unidades	Spray W40	C\$220	C\$1,320
36	Unidades	Paste de alambre (virulana)	C\$12	C\$432
50	unidades	Terminales de gaveta	C\$5.00	C\$250
			Subtotal	C\$57,617.0 0
			I.V.A	C\$8,642.55
			TOTAL	C\$66,259.5 5

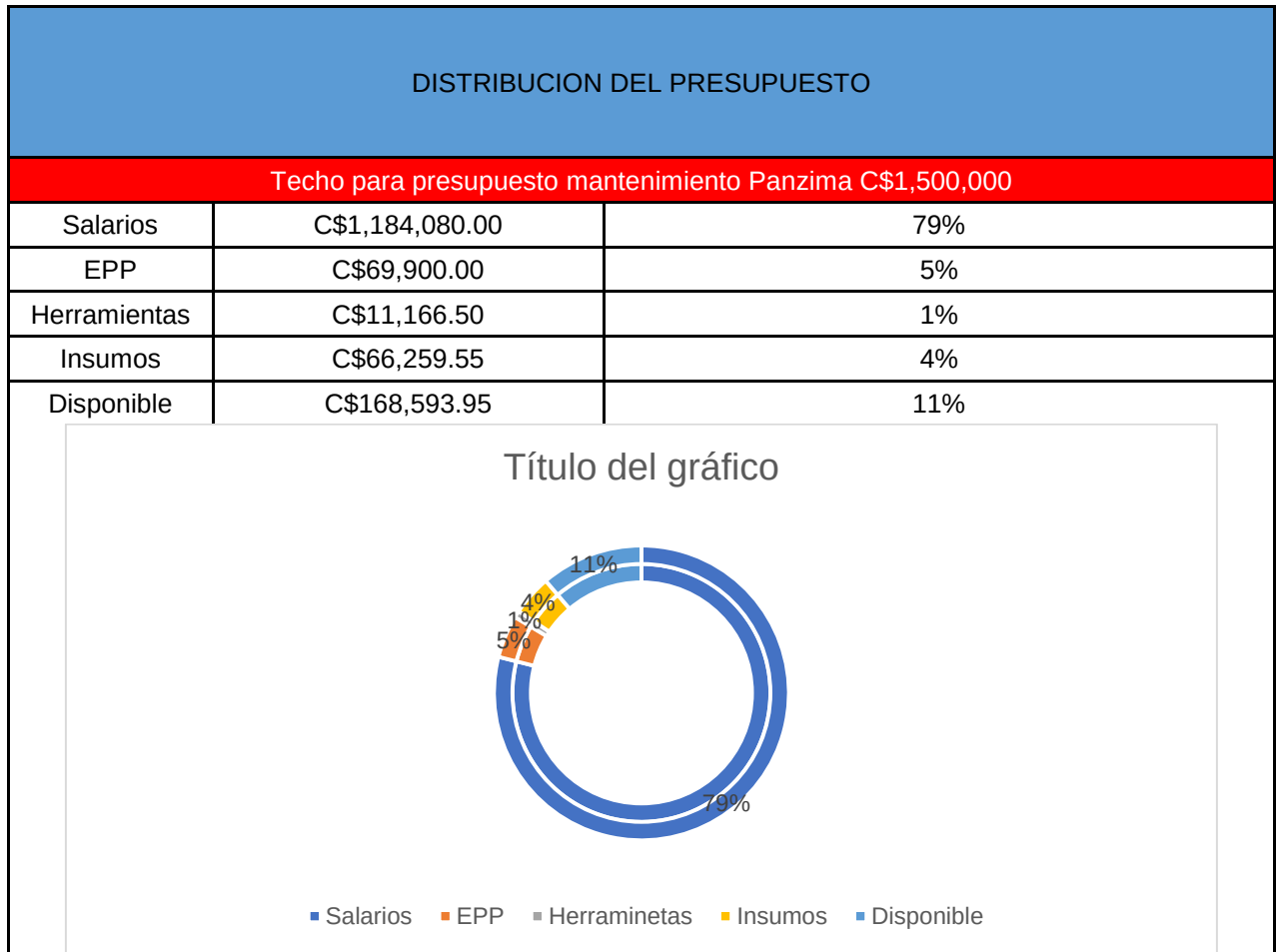
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°12. Incrementos para cubrir alzas de precio

INCREMENTOS			
COSTO	JUSTIFICACION	% DE INCREMENTO	PRESUPUESTADO + incremento
Salarial	Incremento salarial	5%	C\$1,259,643.00
EPP	Mercado cambiante	15%	C\$99,774.00
Herramientas	Mercado cambiante	15%	C\$12,841.48
Insumos	Mercado cambiante	15%	C\$76,198.48
TOTAL			C\$1,960,088.84

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°13. Distribución del presupuesto



Fuente: Elaboración Propia.

XII. Conclusiones

- 1) Con la descripción e identificación de los equipos se logró determinar los intervalos de tiempo adecuados para su revisión. Con los cuales se espera tiempos de intervención acertados y prolongar la vida útil de los equipos.
- 2) Con la creación del plan de mantenimiento preventivo planificado se espera que las paradas de los equipos sean planificadas y en base a las observaciones obtenidas durante las revisiones de rutina y los mantenimientos preventivos.
- 3) Se logro establecer los equipos de protección personal para cada una de las tareas necesarias en el mantenimiento preventivo, esto con el objetivo de evitar daños al personal acorto, mediano o largo plazo.
- 4) En base a todas las tareas de mantenimiento, insumos, recursos humanos, se realizado un presupuesto anual estimado, sin embargo, este podría aumentar si no se practica las el uso de los formatos de inspección y los de rutinas.
- 5) Podemos concluir que al efectuar una correcta aplicación del programa de mantenimiento y mejorarlo en el transcurso de su aplicación, se puede lograr que los equipos que conforman este plan de mantenimiento cumplan con su vida útil y exista el mínimo de paros para reducir los costos de mantenimiento a causa de la disminución de mantenimientos correctivos.

XIII. Recomendaciones

- 1) Realizar las inspecciones de los equipos siguiendo la ruta propuesta en la misma ya que garantiza el menor tiempo y se efectuaría durante la frecuencia establecida.
- 2) Se recomienda que el supervisor y el programador lleven un minucioso control de las actividades de manteniendo aplicados a cada uno de los equipos, puesto que conociendo las condiciones en que se encuentran los mismos se podrá evitar en lo posible aparición de ciertas fallas.
- 3) Se recomienda la ejecución de los planes de mantenimiento preventivo siguiendo la frecuencia establecida para asegurar en la mayor medida posible su disponibilidad a lo largo de su vida útil.
- 4) Instalar pernos de sujeción a bombas centrifugas.
- 5) Capacitar a todo el personal, en temas de mantenimiento, refrigeración y electricidad industrial.
- 6) Iniciar un sistema de inventario.
- 7) Analizar y proponer posibles cambios que permitan mejorar el plan para el siguiente periodo.

XIV. Bibliografía

Guarrido, S. G. (2003). Organización y Gestión Integral del Mantenimiento. En S. G. Guarrido, *Organización y Gestión Integral del mantenimiento* (pág. 1). Madrid: Díaz de Santos, S.A.

Gutiérrez, A. M. (2009). Mantenimiento, Planeación, ejecución y control. En A. M. Gutiérrez, *Mantenimiento, Planeación, ejecución y control* (pág. 38). Mexico, D.F: Alfa Omega Grupo Editor, S.A.

Parraga Nuñez, M. C. (2008). *Organización, Integración y Control del Mantenimiento*. Venezuela, Zulia, Maracaibo. Recuperado el 19 de Mayo de 2019, de <https://es.scribd.com/doc/47367383/ORGANIZACION-DE-MANTENIMIENTO>

Sena Regional. (s.f.). Recuperado el 15 de Abril de 2019, de Sena Regional: <http://senarefrigerantes.blogspot.com/2007/11/refrigerantes-cfc.html>

Fundamentos de mecánica de fluidos, Munson. young. Okiishi. Huebscgh

Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett. Octavo Edición.

Operaciones unitarias en ingeniería química. Séptima Edición.

XV. Anexos.

Anexo 15.1
Codificación de equipos

Ubicación	Equipo	Código	Marca	Modelo	Serie
Cuarto de maquinas	Bomba centrífuga	PAN-CMCEN- B01	PENTAIR STA RITE	DHJ3-170	001A15 1
	Bomba centrífuga	PAN-CMCEN- B02	PENTAIR STA RITE	DHJ3-171	001A15 2
	Bomba centrífuga	PAN-PZCEN- B03	LINCOLN ELECTRIC		
Cuarto de compresor	Compresor de tornillo	PAN-CCTO-C1	KAESER	AS 25 SIGMA	
	Secador	PAN-CCSE-C2	KAESER	TCH35	1192
Cuarto de climatizació n	Ventilador	PAN-VR-V1	Daikin Mcquay	P22OHE	1300

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 15.2

Ficha técnica de bombas centrífuga

	Bomba	ID: PAN-PZCEN-B03	Fecha: 15/12/2020
	Ubicación: Cuarto de Bombas	Serial:	
		Hoja: 1/1	
Denominación: Bomba sumergible			Cantidad: 1
Condiciones de operación			
Fluido	Agua	Viscosidad (cp)	417.98
Caudal (gpm)	175	Carga total (m)	30
Temperatura de trabajo (°C)	40	Presión aspiración (mca)	5
Temperatura de diseño (°C)	80	Presión impulsión (mca)	50
Densidad (kg/m ³)	992.2	NPSH disponible	3
Características			
Marca		Franklin electric	
Modelo			
Altura de suministro (m)		60	
Eficiencia (%)		85	
material del impulsor		Acero inoxidable	
material del eje		Acero inoxidable	
Material de carcasa		Acero inoxidable	
Diámetro de aspiración		DN75	
Diámetro de impulsión		DN25	
Frecuencia (HZ)		60	
velocidad máxima de giro rodete (rpm)		3450	
Potencia (hp)		40	
Voltaje (v)		380	
Peso (lbs)		150	
Imagen			
			

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 15.3

Ficha técnica de bombas sumergible

	Bomba	ID: PAN-CMCEN-B01/B02	Fecha: 15/12/2020
	Ubicación: Cuarto de Bombas	Serial:	
		Hoja: 1/1	
Denominación: Bomba centrífuga, Horizontal, aspiración axial.			Cantidad: 2
Condiciones de operación			
Fluido	Agua	Viscosidad (cp)	417.98
Caudal m3 (m3/h)	0.184	Carga total (m)	20
Temperatura de trabajo (°c)	40	Presión aspiración(mca)	1.5
Temperatura de diseño (°c)	60	Presión impulsión(mca)	30
Densidad (kg/m3)	992.2	NPSH disponible	3
Características			
Marca		STA-RITE	
Modelo		DHJ3-170	
Altura de suministro (m)		35	
Eficiencia (%)		75	
material del impulsor		Bronce	
material del eje		Acero al carbono	
Material de carcasa		Hierro fundido de grano compacto	
Norma		ISO 2858	
Diámetro de aspiración		DN63.5	
Diámetro de impulsión		DN50.8	
Frecuencia (HZ)		60	
velocidad máxima de giro rodete (rpm)		3450	
Potencia (kW)		3.72/3.72/2.23	
Voltaje (v)		208/230/460	
Peso (kg)		72	
Imagen			
			
Fuente: Elaboración Propia.			

Anexo 15.4
Ficha técnica de compresor de tornillo

	Compresor	ID: PAN-CCTO-C1	Fecha: 15/12/2020
	Ubicación: Cuarto de compresores	Serial:	
		Hoja: 1/1	
Denominación: Compresor de tornillo			Cantidad: 1
Condiciones de operación			
Fluido	Aire	Volumen lt	500
Caudal (cfm)	102	Presión aspiración psi	Atmosférica
Temperatura de trabajo (°F)	40	Presión Impulsión psi	125
Temperatura de diseño (°F)	200	Relacion	3
Características Compresor			
Marca	KAESER	RPM	125
Modelo	AS25	Peso (lbs)	1500
Tipo	Tornillo lubricado	Caudal Máximo (cfm)	102
Dimensiones (L x A x H)	1.12m X 0.8m x 1.53m	Presión máxima	125
Material de construcción			
Cabezal		hierro fundido	
Tornillo		****	
Eje del rotor		****	
Válvulas		****	
Imagen			
			

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 15.5
Ficha técnica de secador

	Compresor Hermético	ID: PAN-CCSE-C2	Fecha: 15/12/2020
	Ubicación: Cuarto de compresores	Serial:	
		Hoja: 1/1	
Denominación: Compresor Reciprocante			Cantidad: 1
Condiciones de operación			
Fluido	R134a	Temperatura ambiente	3° c / 45°c
Carga (kg)	0.84kg	Voltaje	115v/1
Presión de Alta (bar)	21	Frecuencia (Hz)	60
Presión baja (bar)	16	Presión de Sis. Aire (bar)	16
Características Compresor			
Marca	KAESER	Peso (lb)	899
Modelo	TCH 35	Dimensiones (L x A x H)	1.12m X 0.5m x 1.m
Tipo	Reciprocante		
Imagen			
			

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 15.6
Ficha técnica de ventilador

	Ventilador Centrifugo	ID: PAN-VR-V1	Fecha: 15/12/2020
	Ubicación: Cuarto de ventilador	Serial:	
		Hoja: 1/1	
Denominación: ventilador de purificador de aire			Cantidad: 1
Condiciones de operación			
Fluido		Aire	
Caudal m3 (cfm)		2058	
Temperatura de trabajo (°c)		30	
Temperatura de diseño (°c)		80	
Características			
Marca		AFS	
Modelo		B500	
Eficiencia (%)		85	
Material del impulsor		Galván	
Material del eje		Acero al carbono	
Material de carcasa		Galván	
Frecuencia (HZ)		60	
velocidad máxima de giro rodete (rpm)		2000	
Potencia (HP)		5	
Voltaje (v)		208/460	
Peso (libras)		80	
Imagen			
			

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 15.7
Orden de mantenimiento

N° 0000001					
 Orden de Mantenimiento					
Fecha _____	Hora de Solicitud _____				
Código _____	T. Máquina _____				
Sector _____	<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"><tr><th colspan="2" style="padding: 2px 10px;">Parada de Producción</th></tr><tr><td style="padding: 2px 10px;">() Sí</td><td style="padding: 2px 10px;">() No</td></tr></table>	Parada de Producción		() Sí	() No
Parada de Producción					
() Sí	() No				
Tipo de falla					
Mecánica ☐	Eléctrica ☐ Otro ☐				
Descripción del Defecto					
Causa de defecto					
Hora que inició la reparación _____	Hora que finalizó la reparación _____				
Solicitante	Técnico				

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 15.8
Solicitud de Mantenimiento

		SOLICITUD DE MANTENIMIENTO	N° 0000001				
Fecha: _____	Hora de Solicitud _____	Sector _____					
Código _____	T. Máquina _____	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><tr><th colspan="2" style="text-align: center;">Parada de Producción</th></tr><tr><td style="text-align: center;">() Sí</td><td style="text-align: center;">() No</td></tr></table>		Parada de Producción		() Sí	() No
Parada de Producción							
() Sí	() No						
Tipo de falla	Mecánica ☐	Eléctrica ☐	Otro ☐				
Descripción del Defecto							
_____ Solicitante		_____ Dpto. Mantenimiento					

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 15.10
Registro de mantenimiento

 REGISTRO DE MANTENIMIENTO HISTORIAL								
ÁREA: _____			MÁQUINA: _____			CODIGO: _____		
FECHA	REPARACIONES EFECTUADAS	REPUESTOS	COSTOS DE REPUESTOS	M.P	M.C	PERSONAL	HORAS LABORADAS	OBSERVACIONES

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 15.11

Mantenimiento Preventivo de Bombas

[illegible]

Anexo 15.12

Mantenimiento Preventivo de Compresores

[illegible]

Anexo 15.13
Mantenimiento Preventivo de Ventilador

Mantenimiento preventivo de ventilador				Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
Equipo	Actividad	T. estimado mini	Frecuencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Ventilador	Engrase	20	Semanal																																																
	Limpieza de fan y medición de vibración	40	Mensual																																																
	Medición de presión y temperatura	15	Mensual																																																
	medición de parámetros eléctricos	10	Mensual																																																
	Verificación de válvulas y filtros.	30	Mensual																																																
	Inspección mecánica general	120	Anual																																																
	Cambio de grasa	60	Anual																																																

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 15.14
Tiempo Propuesto para la realización de actividades

TIEMPO PROPUESTO PARA LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEL COMPRESOR		
ACTIVIDAD	TIEMPO MEDIDO EN MINUTOS	TIEMPO PROPUESTO EN MINUTOS
Inspección del nivel de aceite	10	20
Inspección de FAN	22	30
Medición de presión y temperatura en área de rodamientos.	26	30
Revisión de manómetros	12	15
Revisión de parámetros eléctricos y verificación de resistencia	32	40
Revisión de mangueras	16	25
Verificación de filtros y limpieza de filtro de aire.	25	20
Inspección mecánica del compresor	12	20
Limpieza externa de componentes	40	30
Prueba de PSV	10	15
Cambio de filtro de aceite	10	15
Cambio de aceite	20	30

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 15.15
Tiempo propuesto para las actividades en secador de aire comprimido

TIEMPO PROPUESTO PARA LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO SECADOR DE AIRE COMPRIMIDO		
ACTIVIDAD	TIEMPO MEDIDO EN MINUTOS	TIEMPO PROPUESTO EN MINUTOS
Verificar indicador de diferencial de presión	5	
Inspección de aislamiento	30	20
Inspección de fans	5	10
Inspeccionar presiones de succión y descarga	30	10
Medición de temperatura	12	10
Inspección de conexiones eléctricas	40	30
Inspeccionar válvula bypass	1	5
Inspeccionar intercambiador de placas	4	5
Verificación mecánica	15	30
Inspección de retenedores	15	20
Inspección de válvula de alivio	10	20
Prueba de drenaje automático	1	5

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 15.16

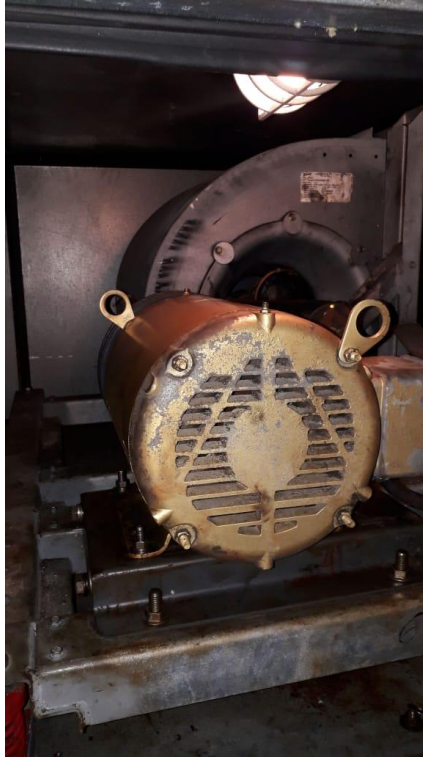
Tabla N°11. Tiempo propuesto para las actividades de Ventilador.

TIEMPO PROPUESTO PARA LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO EN VENTILADOR		
ACTIVIDAD	TIEMPO MEDIDO EN MINUTOS	TIEMPO PROPUESTO EN MINUTOS
Verificar nivel de aceite en motor	5	5
Revisar correas de motor a Ventilador.	5	15
Revisar por oxido todas las superficies.	10	30
Revisión de fugas de aceite	5	15
Engrasar cojinetes de motor	5	15
Revisar conexiones eléctricas.	15	30
Revisar puesta a tierra de los equipos.	10	30
Sustituir correas	20	20

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 15.17.

Ventilador



Anexo 15.18.

Compresor



Anexo 15.19

Secador de aire comprimido



Anexo 15.20.

Bombas



Anexo 15.21.

Bomba sumergible

