



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE INGENIERÍA

FUNCIONAMIENTO, MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE
BOMBAS CENTRÍFUGAS DE LA REFINERÍA “MIGUEL HIDALGO”
DE TULA HIDALGO

MODALIDAD DE TITULACIÓN:

“EXPERIENCIA PROFESIONAL”

PARA OBTENER EL TÍTULO DE :

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTA

MIGUEL ÁNGEL SIERRA BARRERA

ASESOR: DR. JOSÉ JAVIER CERVANTES CABELLO

Ciudad Universitaria, junio de 2015

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	4
CAPÍTULO 1	7
1.1 HISTORIA DE LA EMPRESA	7
1.2 OBJETIVOS DE LA EMPRESA	9
1.3 MISIÓN Y VISIÓN DE LA EMPRESA	10
1.4 ORGANIGRAMA	12
CAPÍTULO 2.....	13
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO	13
CAPÍTULO 3	15
3.1 DEFINICIÓN DE BOMBA.....	15
3.2 IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES.....	16
3.3 MANTENIMIENTO.....	17
3.4 DIAGRAMA DE FLUJO DE MANTENIMIENTO.....	18
3.5 ACOPLAMIENTO.....	19
3.6 ALINEACIÓN DE UNA BOMBA	22
3.7 OBJETIVOS ESPECÍFICOS PARA LA CORRECTA ALINEACIÓN DE EJES	23
3.8 MONTAJE DE LA BOMBA.....	26
3.9 LUBRICACIÓN.....	27
3.10 SELLO MECÁNICO.....	34
3.11 SISTEMAS AUXILIARES	42
3.12 MONITOREO DE OPERACIÓN.....	42
3.13 VIBRACIÓN.....	43
CAPÍTULO 4.....	44

4.1 DEENSAMBLE.....	44
CAPÍTULO	
5.....	49
5.1 ENSAMBLE.....	49
5.2 RODAMIENTOS.....	56
5.3 ANILLOS DE DESGASTE.....	57
CAPÍTULO 6	59
6.1 LOCALIZACIÓN DE PROBLEMAS	59
6.2 SOLUCIONES Y PREVENCIÓN	63
6.3 fallas atendidas en área de bombas	67
CONCLUSIONES	69
BIBLIOGRAFÍA	70
ANEXOS	71

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo fue desarrollado con la finalidad de titularme por la modalidad de Experiencia Profesional. Inicie laborando en mayo de 1991 para la empresa de Pemex; específicamente para la refinería Miguel Hidalgo, de la ciudad de Tula de Allende, Hidalgo. A lo largo de estos 24 años, me he desarrollado en el área de mantenimiento mecánico de equipos dinámicos, aplicando procedimientos predictivos, preventivos y correctivos.

La experiencia, práctica y conocimientos adquiridos dentro de esta empresa, me han sido de gran utilidad ya que en conjunto con la teoría aprendida en mi carrera, (en la rama mecánica) me han permitido actuar de manera más rápida y eficiente. Lo cual da como resultado el buen funcionamiento técnico, disminuye tiempos muertos, evita trabajos repetitivos y con esto el ahorro de la mano de obra.

Este trabajo se enfocara únicamente en el mantenimiento y reparación de bombas centrífugas, siempre trabajando con seguridad orden y limpieza.

La bomba centrífuga, teóricamente sencilla en su concepción y diseño, ofrece dificultades en su marcha y mantenimiento, que exige conocerla muy bien por parte de los operarios. Es decir, que deben adquirir una sólida formación en los problemas de mantenimiento, reparación y de corrección predictiva, preventiva y correctiva de los fallos y averías que se presenten.

En este trabajo, se propone que, el responsable de operación y mantenimiento de una bomba centrífuga, sea capaz de conocer:

- La composición, estructura y funcionamiento hidráulico de la máquina, y su integración en el proceso.
- Los incidentes, fallos y averías que se producen en ella.
- La causa de dichos incidentes.
- Las mejoras o mantenimiento modificativo deben introducirse para erradicarlos.
- La buena ejecución de los montajes, desmontajes y reparaciones.
- La gestión adecuada de repuestos.
- La optimización de su ciclo de funcionamiento.
- El mantenimiento preventivo y predictivo de un equipo de bombeo.
- Los accionamientos de la bomba equipo eléctrico, motor, acoplamiento, reductores, y su buen mantenimiento.

Este estudio basado en bombas centrifugas de una refinería de petróleo crudo constituye, el soporte principal de la misma. Los equipos de mantenimiento deben extremar sus cuidados para lograr su buena marcha. En esta refinería, gran parte del presupuesto anual de mantenimiento lo absorben los equipos de bombeo, y la buena capacitación y formación de sus operarios debe repercutir a corto y medio plazo, en un aumento de la eficiencia y en una reducción de costo de refacciones y mano de obra en el mantenimiento de las bombas.

Entonces, se puede definir genéricamente al mantenimiento como la conservación y protección de componentes o equipos para una condición determinada, especialmente en lo que se refiere a su eficiencia y bajo costo de operación.

Una de las cosas más importantes es que el servicio y operación de las bombas no debe de tener interrupciones imprevistas.

Entre las principales ventajas del mantenimiento, podemos mencionar las siguientes:

- Mejor conservación de los equipos.
- Aumento de la calidad y de la productividad.
- Disminución de paralizaciones imprevistas.
- Disminución de reparaciones.
- Reducción de horas extra de trabajo.
- Reducción de costos.

El programa de mantenimiento constituye una sistematización de todas las actividades y estrategias destinadas a prevenir los daños. Para elaborar el programa de mantenimiento, se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

1. Registro de equipos, agrupados por secciones.
2. Descripción de las actividades para el mantenimiento
3. Plan estratégico.

Los manuales son procedimientos de trabajo que se preparan para ayudar al personal de mantenimiento. Se elaboran teniendo en cuenta los catálogos de los equipos suministrados por el fabricante y la experiencia de los técnicos. Para esto se elaboran los siguientes manuales:

1. Manual de mantenimiento del equipo.
2. Manual para eliminar averías del equipo.

Un manejo carente de planificación, genera sobrecostos por el gran número de repuestos que se requieren, o bien deriva en largas paralizaciones en la producción debido a la falta de ellos.

Entre los factores que determinan la cantidad de repuestos, están los siguientes:

- La cantidad utilizada.
- La frecuencia de reemplazo.
- Los efectos en la operación o depreciación, lo cual es importante para no invertir dinero en partes o piezas que, por lo general, se reemplazan con frecuencia.

En esta actividad se emplean datos históricos para predecir el futuro, teniendo en cuenta que sin una evaluación, cualquier sistema de mantenimiento tiende a fracasar.

Para la evaluación, se analizan los datos o la información contenida en fichas de trabajo.

Esta evaluación hace posible lo siguiente:

- Ajustar el programa y mantener actualizados los manuales de mantenimiento.
- Los trabajos realizados y los materiales empleados a fin de determinar los costos de mantenimiento, para efectos de programación y control del presupuesto;
- Determinar los costos que demanda la gestión administrativa del almacenamiento, adquisición y uso de los repuestos, e informar a los demás sobre lo que se ha realizado y lo que se pretende realizar.

Con el objeto de capacitar tanto a alumnos como a cualquier otra persona interesada, se ha implementado el siguiente trabajo práctico educativo orientado a las personas que trabajan en el área de bombas centrífugas y sistemas de bombeo.

Con este enfoque, fue elaborado el presente manual de mantenimiento a bombas centrífugas, que sirve de base para otras investigaciones de entrenamiento general.

Este trabajo práctico educativo fue desarrollado por un equipo de profesionales con sólida experiencia en este campo, cuyo objetivo es presentar de manera concisa y de forma clara y simple, los conceptos, informaciones y datos esenciales en la diaria tarea que realizan los profesionales que trabajan con bombas centrífugas y sistema de bombeo, entregando una base sólida para el desenvolvimiento y perfeccionamiento en esta área.

El objetivo de este trabajo no es profundizar en algunos temas específicos, para los cuales el lector deberá, en caso de ser necesario, consultar literatura técnica especializada.

CAPÍTULO 1

1.1 HISTORIA DE LA EMPRESA

Pemex Refinación

La Refinería Miguel Hidalgo

La Refinería Miguel Hidalgo se encuentra localizada en el Estado de Hidalgo, en el municipio de Tula de Allende, a 82 km. al norte de la Ciudad de México.

Sus instalaciones ocupan un área total de 749 hectáreas, que se encuentran estratégicamente situadas por encontrarse entre los principales productores de aceite crudo y el mayor consumidor de combustible.

La Miguel Hidalgo, fue la primera refinería planeada de forma integral con plantas de proceso de hidrocarburo de alta capacidad. Su construcción se llevó a cabo en varias etapas. La primera etapa se inauguró el 18 de marzo de 1976.

Esta refinería es considerada como una de las más importantes en el país por su capacidad instalada, y la porción del mercado que controla, ya que procesa el 24% de crudo total que se refina en México.

Tula cuenta actualmente con una capacidad de refinación de 325,000 barriles por día. El área productiva está integrada por 10 sectores de proceso que incluyen plantas de proceso, plantas ecológicas, sistemas de bombeo y almacenamiento de productos y un sector de servicios auxiliares.

Sabiendo que en la refinería se manejan productos altamente inflamables a muy diversas condiciones de presión y temperatura, se cuida que el personal a todos los niveles, cuente con los conocimientos para que opere segura y confiablemente el equipo que está a su cargo.

Todos los trabajadores de la refinería son capacitados en la prevención y combate de siniestros en la Escuela Regional Contra incendios.

Para un conocimiento real y un eficiente control de los procesos productivos, Pemex imparte seminarios y cursos diseñados para las necesidades de los profesionales de cada una de las áreas de sus plantas.

Los recursos humanos son muy importantes para Pemex y en particular, para esta refinería que ha realizado diversas obras en beneficio de los trabajadores y sus familias, así como la población en general. La Refinería cuenta con dos clínicas de emergencia, un hospital de especialidades médicas, un centro de desarrollo infantil, dos escuelas primarias, una zona habitacional para empleados de confianza y dos colonias para personal sindicalizado, un hotel y una asociación deportiva entre otras.

Con el objeto de contribuir a mantener las condiciones favorables en nuestro entorno, la Refinería Miguel Hidalgo, ha implementado todo un sistema de protección ambiental, que va desde la construcción de plantas tratadoras de fluidos, hasta un programa de cultura ecológica por parte de los trabajadores.

Se han instalado sistemas para el reutilizamiento de varios desechos, como es el caso de los gases producto de la regeneración del catalizador de las Plantas Catalíticas que son empleados en la producción de vapor, evitando con esto enviar a la atmósfera gases a altas temperaturas.

Las inversiones más recientes por parte de Pemex en la Refinería Miguel Hidalgo suman 753 millones de dólares. Aunado a lo anterior, se han invertido 2 millones de pesos en cada una de las membranas flotantes para tanques y terminales de ventas y 500,000 pesos en cada uno de los sistemas de llenado de autotanques y carrotanques por el fondo de cada terminal.

Siendo la calidad una de las prioridades de Pemex Refinación, en Tula se cuenta con un área de laboratorios con equipo de punta para el análisis de las diferentes gasolinas, cuya información permite constantemente, mejorar la calidad de éstas.

Con el fin de no quedar rezagados ante el desarrollo que impone la creciente demanda de energéticos, tanto en la calidad como en cantidad y oportunidad, Pemex Refinación, puso en marcha el Plan de Modernización de la Instrumentación de todos los procesos de la Refinería Miguel Hidalgo, que tiene como objetivo instalar Sistemas de Control Distribuido y Avanzado a todas las plantas de la primera etapa de la refinería e integrarlas en dos Cuartos de Control Centralizado.

Para enfrentar los cambios que el país demanda, la Refinería Miguel Hidalgo, ha decidido desarrollar e implementar un sistema de calidad en busca de la mejora continua, que permita obtener energéticos que satisfagan las necesidades de nuestros clientes, cumpliendo con estándares y normas a nivel internacional, operando con eficiencia, seguridad y rentabilidad, protegiendo el medio ambiente y proporcionando al personal un espacio de trabajo satisfactorio.

La Refinería Miguel Hidalgo cuenta con certificados de calidad en los productos: Turbosina, Propileno, Gasoleo Industrial, Pemex Diesel y Gasolina Pemex Magna. Es importante destacar que el Certificado de calidad de la gasolina Pemex Magna tiene validez internacional.

Ya que cumple con las normas de aseguramiento de calidad ISO-9002 en estas líneas de producción, próximamente se certificará como empresa.

1.2 OBJETIVOS DE LA EMPRESA

Petróleos Mexicanos es la mayor empresa de México, el mayor contribuyente fiscal del país, así como una de las empresas más grandes de América Latina.

Es de las pocas empresas petroleras del mundo que desarrolla toda la cadena productiva de la industria, desde la exploración, hasta la distribución y comercialización de productos finales, incluyendo la petroquímica. Durante 2012, sus ingresos totales ascendieron a un billón 647 mil millones de pesos, obtuvo un rendimiento de operación de 905 mil millones de pesos y su inversión ascendió a 311 mil millones de pesos.

La producción de petróleo crudo se ha mantenido estable en los últimos años y en 2012 se ubicó en 2 millones 548 mil barriles diarios y la de gas natural en 6 mil 385 millones de pies cúbicos diarios.

Asimismo, se llevaron a cabo descubrimientos que ayudaron a corroborar el potencial petrolero en aguas profundas y en las cuencas del sureste. Con la terminación del pozo Kunah-1DL se obtuvo mayor información del campo Kunah, confirmando el potencial gasífero en aguas profundas del proyecto Golfo de México B. Asimismo, los pozos Supremus-1 y Trión-1, ubicados dentro del proyecto Área Perdido, cerca de los límites territoriales marinos, y terminados en tirantes de agua de casi 3 mil metros de profundidad, permitieron ampliar el área de exploración de zonas de aceite de dicho proyecto.

El Plan de Negocios de Petróleos Mexicanos y sus Organismos Subsidiarios 2013-2017 define el rumbo para cumplir con el mandato de creación de valor y alcanzar la sustentabilidad operativa y financiera en el mediano y largo plazos. A partir de un cuidadoso examen de la situación actual y del análisis del entorno, se identificaron 15 objetivos agrupados en cuatro líneas de acción: crecimiento, eficiencia operativa, responsabilidad corporativa y modernización de la gestión, así mismo se establecieron estrategias y acciones que guiarán a PEMEX para su cumplimiento.

1. Incrementar inventario de reservas por nuevos descubrimientos y reclasificación.

2. Incrementar la producción de hidrocarburos.
3. Obtener niveles de eficiencia por encima de estándares internacionales en aprovechamiento de gas y costos de producción.
4. Alcanzar un desempeño operativo superior al promedio de la industria en las actividades de transformación.
5. Incrementar y adaptar la capacidad de transformación industrial para asegurar el suministro y maximizar el valor económico.
6. Impulsar el desarrollo de la petroquímica nacional con inversión propia y complementaria.
7. Optimizar la capacidad de logística y acondicionamiento de hidrocarburos.
8. Fortalecer la orientación a los clientes.
9. Garantizar la operación segura y confiable.
10. Mejorar el desempeño ambiental, la sustentabilidad del negocio y la relación con comunidades.
11. Desarrollar y proveer recursos humanos especializados y mejorar la productividad laboral.
12. Incrementar la generación de valor y la eficiencia del proceso de suministros y fortalecer la proveeduría nacional.
13. Apoyar el crecimiento y mejora del negocio mediante el desarrollo tecnológico.
14. Fortalecer la gestión por procesos y la ejecución de proyectos.
15. Maximizar el valor de las oportunidades internacionales.

Este sitio ofrece abundante información sobre la estructura, la organización y los principales indicadores de la operación de Petróleos Mexicanos.

1.3 MISIÓN Y VISIÓN DE LA EMPRESA

Misión

Maximizar el valor de los activos petroleros y los hidrocarburos de la nación, satisfaciendo la demanda nacional de productos petrolíferos con la calidad requerida, de manera segura, confiable, rentable y sustentable.

Visión

Ser reconocida por los mexicanos como un organismo socialmente responsable, que permanentemente aumenta el valor de sus activos y de los hidrocarburos de la nación, que es ágil, transparente y con alto nivel de innovación en su estrategia y sus operaciones.

1.4 ORGANIGRAMA

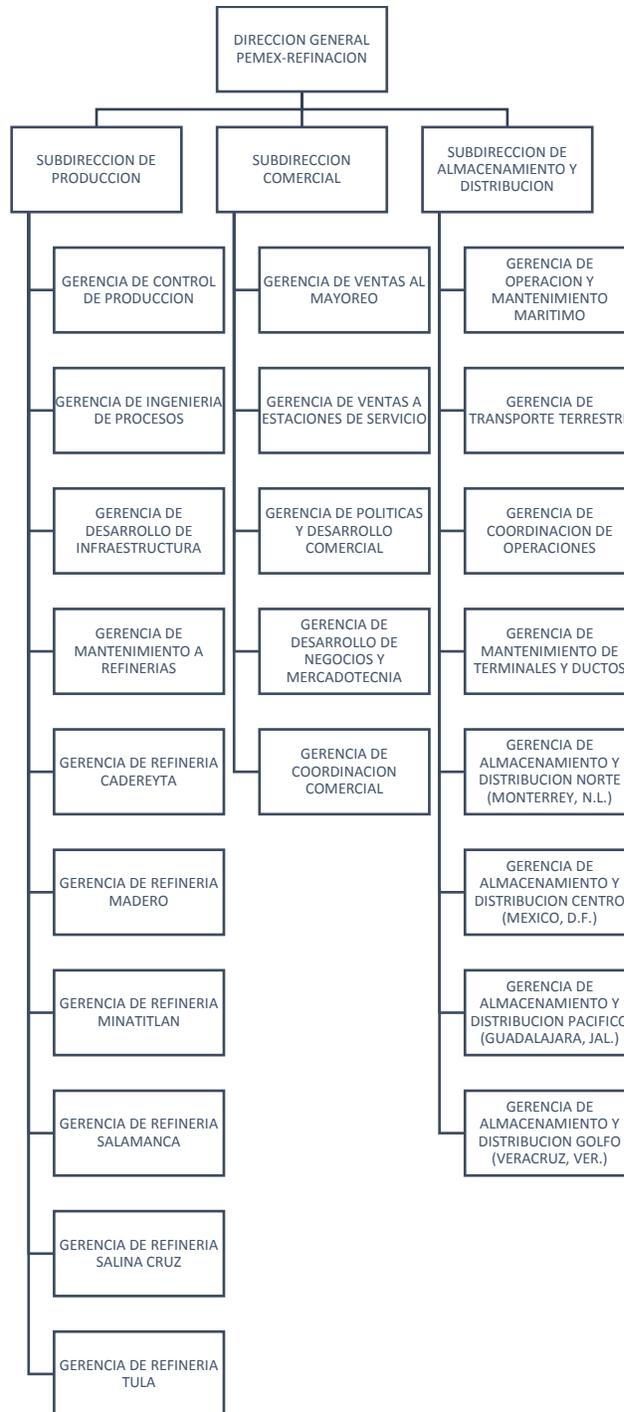


FIGURA 1.2 ORGANIGRAMA DE PETROLEOS MEXICANOS.

CAPÍTULO 2

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO.

Inicie mi actividad laboral en mayo de 1991 en PEMEX, específicamente en la refinería Miguel Hidalgo de Tula Hidalgo, en el área de mantenimiento como ayudante de mecánico de piso, posteriormente a lo largo de 24 años fui ascendiendo en diferentes categorías hasta llegar a aplicar como operario especialista mecánica de piso y supervisor de trabajos. Desarrollándome en estas dos categorías de las cuales explicare en qué consisten dichos cargos dentro de una refinería.

➤ OPERARIO ESPECIALISTA MECANICO DE PISO

Ejecutar toda clase de trabajos relacionados con la rama mecánica de piso, de acuerdo con los procedimientos establecidos para mantener la operación de los equipos e instalaciones. Apoyadas por medio de planos, croquis, diagramas o esquemas, los que debe saber leer e interpretar.

Ejecutar toda clase de trabajos relacionados con: instalación, mantenimiento, conservación, desmantelamiento, reparación, reconstrucción parcial o general de toda clase de sistemas mecánicos, equipos, maquinaria y mecanismos.

Ejecutar todo tipo de trabajos de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo relacionados con: sistemas mecánicos hidráulicos, lubricación, enfriamiento, neumáticos, sellado mecánico, transmisiones; todo tipo de maquinaria y equipo como: turbinas a vapor y gas, bombas, compresores, sopladores, ventiladores, generadores; cajas de engranes, variadores de velocidad, grúas viajeras; todo tipo de componentes y accesorios como: válvulas, sellos, purificadores de aceite, gobernadores mecánico-hidráulico, rodamientos y chumaceras hidrodinámicas, acoplamientos.

Ejecutar trabajos relacionados con: montaje, desmontaje, ensamble, desensamble, ajuste, calibración, prueba, centrado radial y axial, verificación de área de contacto y ajuste de cojinetes, concentricidad en alojamientos, alineación y nivelación de soportes, acoplamiento, desacoplamiento, conexión, desconexión, sincronización, limpieza, lubricación, barrenado, maculado, asentamiento, pulido, empaquetado y eliminación de fugas, entre otros.

Conocer y aplicar técnicas predictivas como termometría, mediciones de vibración y ruido, inspección de condiciones de los fluidos y otros parámetros para el diagnóstico, detección y corrección de fallas en sistemas mecánicos, hidráulicos, de lubricación, enfriamiento y neumáticos.

Conocer y aplicar los diversos métodos y tecnologías existentes para el alineamiento de ejes en todo tipo de equipos mecánicos dinámicos, incluyendo turbo maquinaria, así como nivelación durante su instalación o montaje.

Efectuar las mediciones y registros a los equipos y sus componentes o elementos, aplicando los ajustes o tolerancias de acuerdo a procedimientos y normatividad técnica, utilizando las herramientas y equipos de precisión requeridos.

Participar en la detección de necesidades de capacitación proponiendo las mejoras y cambios organizacionales, así como sistemas de trabajo.

➤ **SUPERVISOR DE TRABAJOS**

Coordinar y supervisar la ejecución de los trabajos de la rama de mantenimiento, de acuerdo con los procedimientos establecidos para mantener la operación de los equipos y las instalaciones.

Coordinar, supervisar y dirigir a su personal en la ejecución de los trabajos y que las maniobras se realicen con el cumplimiento con las medidas de seguridad y de acuerdo a los procedimientos.

Desarrollar aquellas funciones administrativas en relación al personal a su cargo, tales como: aplicación de exámenes de aptitud, ausencias, informes, solicitudes diversas, reporte de incidentes y accidentes, tiempo extra y labores insalubres.

Llevar a cabo la difusión de las instrucciones operativas y específicas que se aplican al personal a su cargo y verificar su cumplimiento.

Solicitar los materiales, herramientas, equipos e insumos necesarios para el desempeño de los trabajos asignados.

Proponer la mejora de equipos y herramientas, para optimizar la eficiencia en los procesos para la conservación de los equipos e instalaciones.

Recibir y firmar las órdenes necesarias para la ejecución de los trabajos, verificando que cumplan con los requisitos de llenados y autorizaciones.

Efectuar y supervisar la entrega-recepción de los trabajos realizados con el solicitante y área operativa de los equipos e instalaciones que fueron intervenidos.

Participar en las reuniones de programación y seguimiento de los trabajos de mantenimiento de plantas, equipos e instalaciones.

Participar en la detección de necesidades de capacitación y elaboración de los programas, proponiendo las mejoras y cambios organizacionales, así como sistemas de trabajo.

CAPÍTULO 3

3.1 DEFINICIÓN DE BOMBA

El bombeo puede definirse como la adición de energía a un fluido para moverse de un punto a otro, no es como frecuentemente se piensa, la adición de presión. Porque la energía, es capacidad para hacer trabajo, adicionándola a un fluido obliga al fluido a hacer trabajo. Una bomba es un transformador de energía. Recibe energía mecánica, que puede proceder de un motor eléctrico, de combustión, etc. y la convierte en forma de presión, de posición o de velocidad. La bomba es una máquina diseñada para incrementar la energía a un líquido.

➤ Clasificación de las Bombas

Las bombas pueden clasificarse considerando su aplicación a los materiales de construcción y a los líquidos que manejan. Este método basado en el principio por el cual se agrega energía al líquido, divide a las bombas en tres grandes grupos.

- BOMBAS DINÁMICA O CENTRÍFUGAS.
- BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO.
- BOMBAS ROTATIVAS.

Para nuestro trabajo solo nos referiremos a las Bombas Centrifugas, que a continuación se describen.

Bombas Centrifugas: Desarrollan su presión como resultado de la fuerza centrífuga. Su uso y aplicación es principalmente donde se requieren grandes volúmenes a presiones relativamente bajas. Estas bombas operan a velocidades relativamente altas, generalmente conectadas directamente a los motores que las impulsan. Estas bombas sin embargo no son auto-cebantes excepto en algunos diseños especiales

La capacidad manejada varía considerablemente con la presión de descarga. Las bombas centrífugas, no son adecuadas para el manejo de líquidos viscosos. Aunque ocasionalmente se usan en estos servicios, no hay que olvidar que su comportamiento hidráulico varía cuando se manejan líquidos con viscosidades arriba de 500 a 1000 Say Bolt Universales (ssu). Una bomba centrifuga es un medio mecánico para transportar un líquido de un punto a otro a través de la conversión de la energía mecánica a energía potencial dentro del líquido manejado por la bomba, normalmente fluyendo por una tubería a un nivel más alto.

3.2 IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES PRINCIPALES DE UNA BOMBA DE PROCESO.

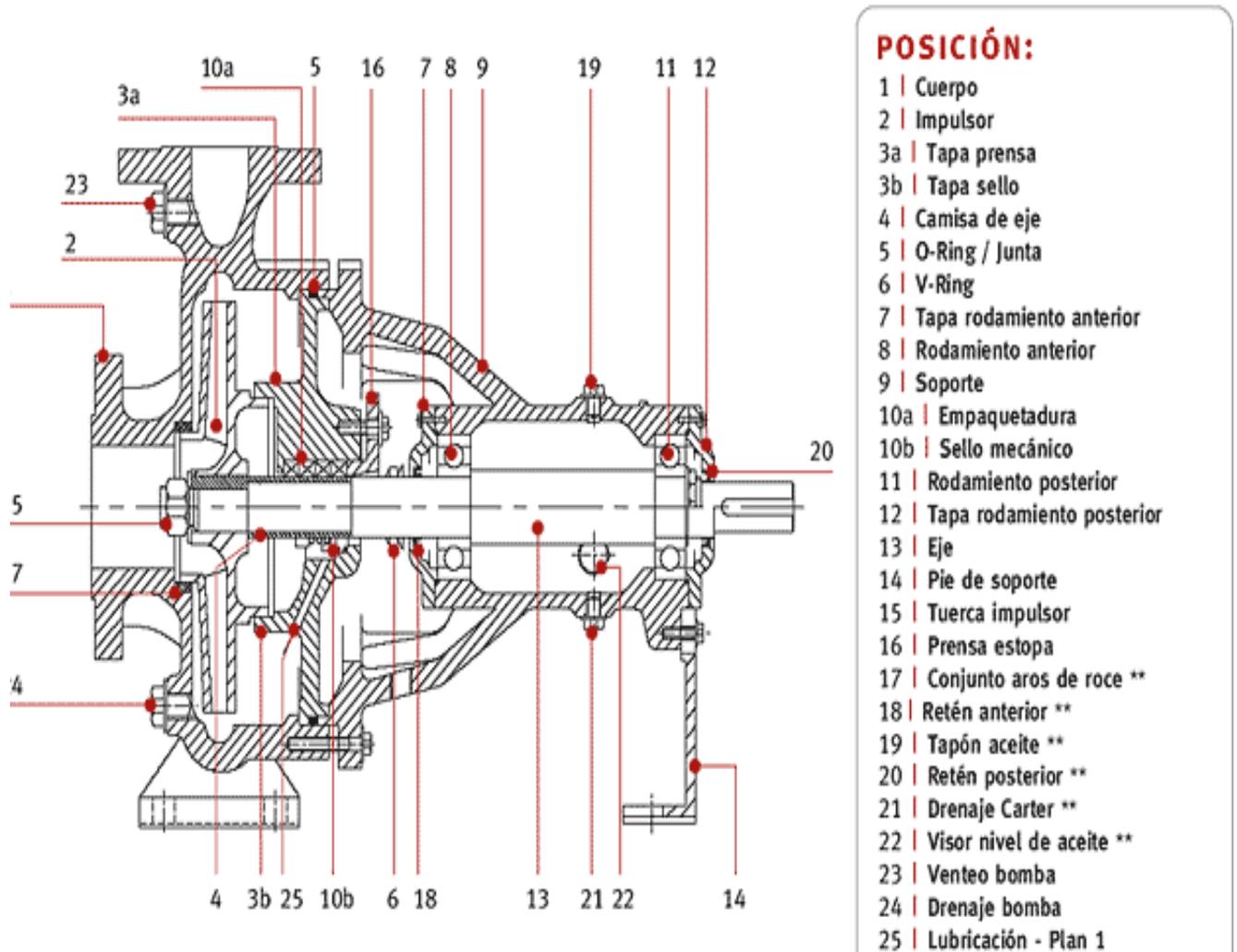


FIGURA 3.1 COMPONENTES PRINCIPALES DE BOMBA DE PROCESO.

3.3 MANTENIMIENTO

3.3.1 Mantenimiento: Combinación de todas las acciones administrativas y técnicas, incluyendo acciones de supervisión, para conservar o restaurar una instalación, ducto, equipo o componente a un estado tal que pueda llevar a cabo una función requerida.

3.3.2 Mantenimiento Predictivo: Actividades de inspección, pruebas, análisis, evaluación o medición de las condiciones de una instalación, ducto, equipo o componente, llevadas a cabo a intervalos predeterminados o de acuerdo a criterios prescritos para determinar su probabilidad de falla durante algún período futuro, con objeto de tomar la acción de mantenimiento apropiada para evitar las consecuencias de esa posible falla.

3.3.3 Mantenimiento Preventivo: Actividades llevadas a cabo a intervalos predeterminados o de acuerdo a criterios prescritos o como una recomendación emanada del resultado de una actividad predictiva, para reducir la probabilidad de falla o la degradación del funcionamiento por debajo de los límites aceptables de operación, seguridad y diseño de una instalación, ducto, equipo o componente

3.3.4 Mantenimiento Correctivo: Actividades llevadas a cabo después de la ocurrencia de una falla que implica una pérdida completa de la función para restablecer una instalación, ducto, equipo o componente a un estado en el cual pueda desempeñar una función requerida.

3.4 DIAGRAMA DE FLUJO DE MANTENIMIENTO.

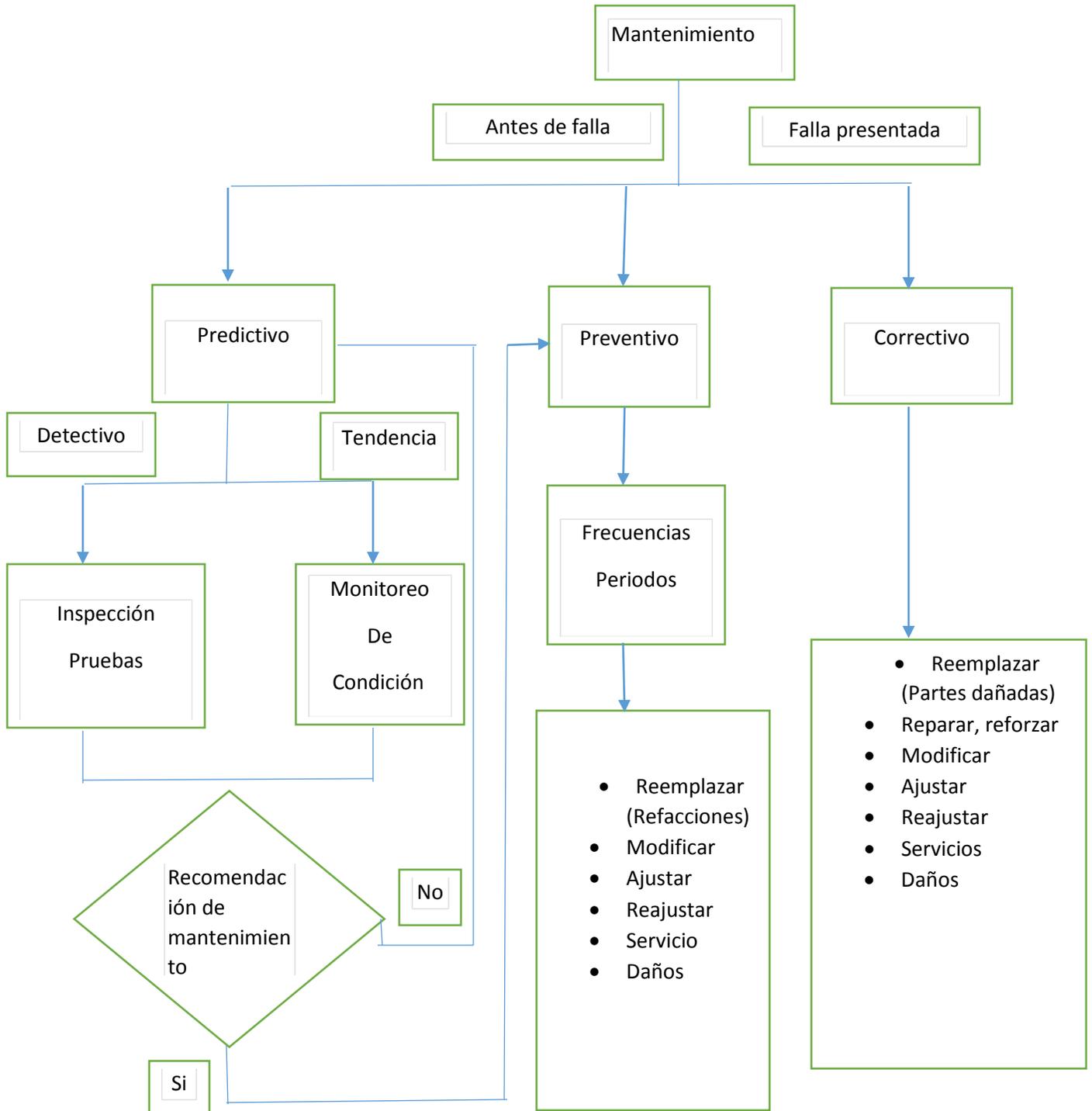


FIGURA 3.2 MANTENIMIENTO MECÁNICO DE UNA BOMBA.

3.5 ACOPLAMIENTO

3.5.1 ¿Qué es un acoplamiento mecánico?

Los acoplamientos o acoples mecánicos son elementos de una máquina que sirven para prolongar líneas de transmisión de ejes o conectar tramos de diferentes ejes, en planos diferentes o con dirección paralela, para transmitir energía.

En modelos de acoplamientos más avanzados y modernos, estos dispositivos de acople también cumplen con la función de proteger su sistema y el mismo mecanismo de sujeción contra cargas y fuerzas excesivas.

3.5.2 ¿Para qué sirve un acoplamiento mecánico?

Los acoplamientos pueden tener muchas funciones, pero su propósito principal es el de conectar los ejes de las unidades que fueron manufacturadas por separado y que giran, como el motor o el generador.

Estos, sin embargo, sí permiten un cierto movimiento final o desalineación para la flexibilidad y también proporcionan una fácil desconexión de los dos dispositivos independientes para las reparaciones o modificaciones. Además, reducen el choque que se transmite de un eje a otro, protegen contra las sobrecargas y pueden alterar la cantidad de vibraciones que experimenta una unidad giratoria.

3.5.3 ¿Cuáles son los tipos de acoplamientos mecánicos que existen?



FIGURA 3.3 MASAS DE ACOPLAMIENTO MECANICO FLEXIBLE.

Hoy en día existen muchos tipos de acoplamientos mecánicos en la industria, y por lo general se clasifican en tres tipos: rígidos, flexibles y especiales o articulados.

El acoplamiento rígido une dos ejes de forma apretada para que no sea posible que se genere movimiento entre ellos. Este tipo de acoples se usa cuando se requiere de una alineación precisa. Con esta alineación precisa y una unión apretada, los acoples rígidos son capaces de maximizar el rendimiento de una máquina.

Estos tipos de acoples mecánicos tienen varios tipos de diseños:

- De platillos.
- Por sujeción cónica.
- De manguito o con prisionero.

Los acoplamientos flexibles permiten una mayor flexibilidad en los ejes. Se usan para transmitir torque cuando los ejes están desalineados. Pueden acomodar hasta tres grados de desalineación: angular, radial y axial.

Estos acoples a su vez pueden clasificarse según el método que utilizan para absorber la desalineación en:

Acoplamientos de elementos deslizantes: se lubrican o están hechos de plástico de baja fricción y pueden absorber sólo desalineación angular. Se subdividen en:

- De tipo engranaje: constituyen el diseño más universalmente utilizado.
- De cadena: son muy sencillos, pues constan de dos ruedas y una cadena. Se usan en acoples cerrados.
- De rejilla de acero: tiene dos cubos de dientes externos y una rejilla de acero que pasa por todos los dientes.
- Acoplamientos de elementos flexionan tés: absorben la desalineación por la flexión de uno o más componentes.



FIGURA 3.4 TIPO DE ACOPLAMIENTO RÍGIDO.

3.5.4 Tipo de acoplamiento usado en las bombas de proceso de esta refinería por su gran durabilidad eficacia y fácil manejo en desensamble y cambio de piezas



FIGURA 3.5 ACOPLAMIENTO FLEXIBLE DE LAMINAS DE ACERO.

Acoplamiento flexible totalmente metálico de láminas de acero de holgura cero, que se sirve de un paquete de láminas flexibles fabricadas con acero inoxidable como elemento conductor. Se caracteriza por ser rígido a torsión pero flexible en sentido axial y anular, para compensar así desalineaciones de los ejes. Dos cubos metálicos están conectados al paquete de láminas mediante unos casquillos de precisión micrométrica y tornillos con resistencia mecánica. Al ser totalmente metálico es idóneo para su uso en medios hostiles, pudiendo alcanzar temperaturas de hasta 240°C.

3.6 ALINEACIÓN DE UNA BOMBA

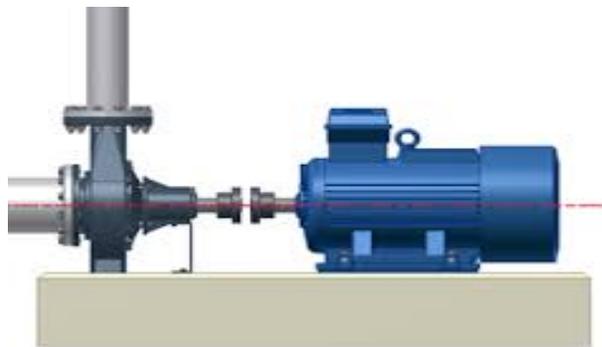


FIGURA 3.6 ALINEACIÓN DE UNA BOMBA.

3.6.1 Alineación es la coincidencia de líneas de centro de flechas coloniales en condiciones de operación. La desalineación es la causa más común de la vibración de la máquina. Comprender y practicar los fundamentos de la alineación del eje son el primer paso a reducir la vibración innecesaria, reduciendo los costos del mantenimiento, y el aumento del tiempo productivo de la máquina. Algunas consecuencias que se relacionan con la incorrecta alineación son:

- Disminución de vida útil de rodamientos, sellos, flechas y acoples.
- Incremento de temperatura de carcasa.
- Incremento de la vibración axial y radial en la máquina.
- Fugas de aceite, grasa y otros fluidos en los sellos.
- Ruptura de apoyos de las máquinas.

- Daño en cimentaciones y bases.
- Daño o aflojamiento de tornillos de fijación.
- Deformación de carcasas.
- Incremento en el consumo de energía eléctrica.

Los métodos de medir la desalineación varían extensamente, los métodos antiguos y más utilizados han sido tradicionalmente la regleta o los indicadores de carátula; este método requiere de un grupo de técnicos de mantenimiento bien motivados y experimentados. Sin embargo, el mayor obstáculo para implementar un programa de correcciones basado en mediciones con indicador de carátulas es, que no existe un método rápido y fácil para realizar los ajustes en la máquina. Cuando los indicadores de carátula son usados apropiadamente, pueden producir excelentes resultados, con una precisión de alineamiento en los acoples de hasta 1/100mm Desafortunadamente, esos casos son raros.

3.7 OBJETIVOS ESPECÍFICOS PARA LA CORRECTA ALINEACIÓN DE EJES.

- Aprender a conocer las diferentes tecnologías para detectar el des alineamiento de una máquina.
- Conocer los diferentes tipos de mantenimiento.
- Conocer los diferentes puntos de la descripción de la realineación.
- Aprender a corregir la pata coja o pata suave.
- Conocer los diferentes tipos de des alineamiento.
- Aprender los diferentes métodos de alineación de las maquinarias.
- Aprender a manejar las herramientas y el equipo de alineación.
- Aprender a realizar la alineación de las máquinas, aplicando el método de alineación con indicador de caratula.

3.7.1 Des alineamiento.

Es la desviación de la coincidencia de líneas de centro de flechas coloniales en condiciones de operación.

Las causas más comunes de des alineamiento son:

- Defecto de acoplamiento de máquinas durante el montaje.

- Expansiones térmicas en el proceso de trabajo.
- Fuerzas transmitidas a la maquina desde tuberías y miembros de soporte.
- Fundaciones irregulares o que han cedido.
- Bases débiles.

3.7.2 Tipos de des alineamientos.

- Des alineamiento Paralelo ó Radial.
- Des alineamiento Axial o Angular.
- Des alineamiento Combinado AXIAL-RADIAL.

3.7.3 Des alineamiento Paralelo ó Radial.

Este tipo de des alineamiento se presenta cuando los ejes geométricos de 2 flechas se desplazan en forma paralela ya sea en el plano vertical y horizontal, como se indica en la fig. 3.7. Y se caracteriza porque cuando se toma una lectura con un indicador de carátula a los ejes de las máquinas, se realiza colocando el pivote del indicador en el borde o radio del eje de dicha máquina; también se puede decir que la lectura es obtenida Radialmente al eje.

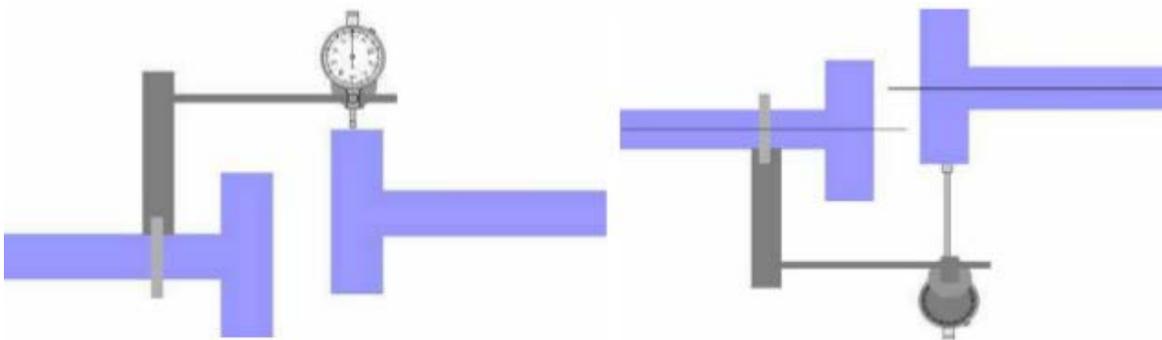


FIGURA 3.7 DES ALINEAMIENTO RADIAL.

3.7.4 Des alineamiento Axial o Angular.

Este tipo de des alineamiento se presenta cuando los ejes geométricos de 2 flechas se cruzan formando un ángulo ya sea en el plano vertical u indicador de carátula a los ejes de las máquinas, de acuerdo a la fig. 3.8. Se realiza colocando el pivote del indicador en la cara del eje de dicha máquina; también se puede decir que la lectura es obtenida Axialmente al eje.

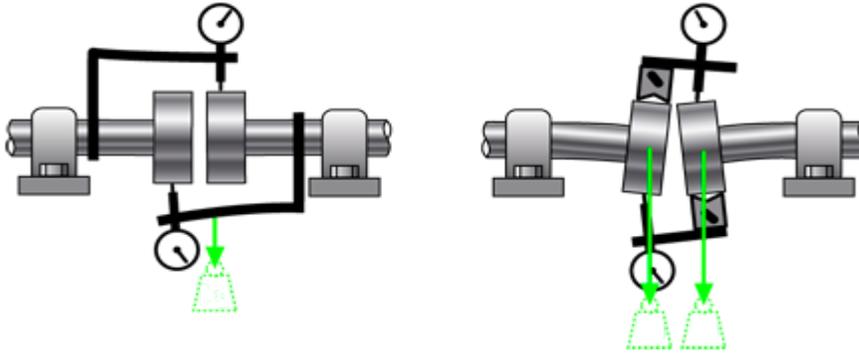


FIGURA 3.8 DES ALINEAMIENTO AXIAL

3.7.5 Des alineamiento Combinado axial-radial.

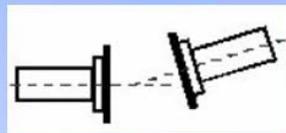
Este des alineamiento presenta la combinación de los dos tipos de des alineamiento Axial y Radial, en cuanto a los ejes geométricos de 2 flechas se cruzan formando un ángulo y de igual manera se encuentra desplazada en forma paralela los ambos ejes de las máquinas; ya sea en el plano vertical y horizontal, en la fig. 3.9 nos representa los tipos des alineamientos.

Tipos de desalineamiento

- Paralelos



- Angulares



- Mixtos

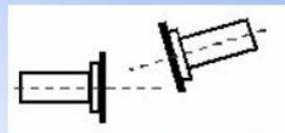


FIGURA 3.9 TIPOS DE DES ALINEAMIENTOS.

3.8 MONTAJE DE LA BOMBA

1. Instale una nueva junta de la carcasa en la superficie de la junta de la carcasa. Puede aplicar un componente anticorrosivo al ajuste de la carcasa para facilitar el montaje y el desmontaje.
2. Vuelva a colocar el conjunto de desmontaje posterior en la carcasa mediante una eslinga de elevación a través de la caja de rodamiento u otro método adecuado.
3. Deslice el conjunto de desmontaje posterior a la posición adecuada en la carcasa aflojando los pernos de elevación uniformemente. (asegúrese de que la junta de la carcasa no este dañada).
4. Instale las tuercas del pasador de la carcasa.
5. Inspecciones el espacio entre la cubierta de la cámara de sellado y la carcasa, y ajuste las tuercas del pasador de la carcasa según sea necesario para que el espacio sea uniforme.
6. Aprieta las tuercas del pasador de la carcasa uniforme, con un patrón alternativo hasta la cubierta de la cámara de sellado este contacto de metal

- y metal con la carcasa. Aprieta cada tuerca con los valores de par mostrando en la tabla Valores máximos de par para los pasadores 3700.
7. Verifique que el eje gire libremente. Si detecta rozamiento o un arrastre excesivo, determine la causa y corríjala.
 8. Vuelva a instalar el espaciador de acoplamiento, el protector del acoplamiento, la tubería auxiliar, los tubos y el equipo que se extrajo durante la preparación para el desmontaje.
 9. Lubrique los cojinetes.

Realice estas comprobaciones después de montar la bomba y luego, ponga en marcha la bomba:

- Verifique si puede girar el eje fácilmente a mano para garantizar que gire suavemente y que no haya rozamiento
- Abra las válvulas de aislamiento y controle si la bomba tiene fugas.

3.9 LUBRICACIÓN

Un **lubricante** es una sustancia que, colocada entre dos piezas móviles, no se degrada, y forma asimismo una película que impide su contacto, permitiendo su movimiento incluso a elevadas temperaturas y presiones.

Una segunda definición es que el lubricante es una sustancia (gaseosa, líquida o sólida) que reemplaza una fricción entre dos piezas en movimiento relativo por la fricción interna de sus moléculas, que es mucho menor.

En el caso de lubricantes gaseosos se puede considerar una corriente de aire a presión que separe dos piezas en movimiento.

Existen distintas sustancias lubricantes dependiendo de su composición y presentación:

- Líquidos

De base (origen) mineral o vegetal. Son necesarios para la lubricación hidrodinámica y son usados comúnmente en la industria, motores y como lubricantes de perforación.

- Semisólidos

- Son las denominadas "Grasas". Su composición puede ser mineral, vegetal y frecuentemente son combinadas con muchos tipos de lubricantes sólidos como el Grafito, Molibdeno o Litio.

- Sólidos

Es un tipo de material que ofrece mínima resistencia molecular interna por lo que por su composición ofrece óptimas condiciones de lubricación sin necesidad de un aporte lubricante líquido o semisólido. El más común es el Grafito aunque la industria está avanzando en investigación en materiales de origen metálico.

Descripción

El lubricante es una sustancia que introducida entre dos superficies móviles reduce la fricción entre ellas, facilitando el movimiento y reduciendo el desgaste.

El lubricante cumple variadas funciones dentro de una máquina o motor, entre ellas disuelve y transporta al filtro las partículas fruto de la combustión y el desgaste, distribuye la temperatura desde la parte inferior a la superior actuando como un refrigerante, evita la corrosión por óxido en las partes del motor o máquina, evita la condensación de vapor de agua y sella actuando como una junta determinados componentes.

La propiedad del lubricante de reducir la fricción entre partes se conoce como Lubricación y la ciencia que la estudia es la tribología.

Un lubricante se compone de una base, que puede ser mineral o sintética y un conjunto de aditivos que le confieren sus propiedades y determinan sus características.

Cuanto mejor sea la base menos aditivos necesitará, sin embargo se necesita una perfecta comunión entre estos aditivos y la base, pues sin ellos la base tendría unas condiciones de lubricación mínimas.

Los lubricantes se clasifican según su base como:

- Mineral.
- Sintético.

Lubricante mineral

Es el más usado y barato de las bases parafinitas o nafticas. Se obtiene tras la destilación del barril de crudo después del gasóleo y antes que el alquitrán, comprendiendo un 50% del total del barril, este hecho así como su precio hacen que sea el más utilizado.

Existen dos tipos de lubricantes minerales clasificados por la industria, grupo 1 y grupo 2 atendiendo a razones de calidad y pureza predominando el grupo 1. Es una base de bajo índice de viscosidad natural (SAE 15) por lo que necesita de gran cantidad de aditivos para ofrecer unas buenas condiciones de lubricación. El origen del lubricante mineral por lo tanto es orgánico, puesto que proviene del petróleo.

Los lubricantes minerales obtenidos por destilación del petróleo son fuertemente aditiva dos para poder:

1. Soportar diversas condiciones de trabajo.
2. Lubricar a altas temperaturas.
3. Permanecer estable en un amplio rango de temperatura.
4. Tener la capacidad de mezclarse adecuadamente con el refrigerante (visibilidad).
5. Tener un índice de viscosidad alto.
6. Tener higroscopicidad definida, (capacidad de retener humedad).

Lubricante sintético

Es una base artificial y por lo tanto del orden de 3 a 5 veces más costosa de producir que la base mineral. Se fabrica en laboratorio y puede o no provenir del petróleo. Poseen unas excelentes propiedades de estabilidad térmica y resistencia a la oxidación, así como un elevado índice de viscosidad natural (SAE 30). Poseen un coeficiente de tracción muy bajo, con lo cual se obtiene una buena reducción en el consumo de energía.

LUBRICACIÓN UTILIZADA EN BOMBAS DE PROCESO DE ESTA REFINERIA ES POR NIEBLA.

3.9.1 Lubricación por niebla de aceite

Generalidades

El origen de la niebla de aceite fue consecuencia de poder lubricar convenientemente rodamientos de muy alta velocidad, donde la lubricación con grasa producía un calentamiento excesivo y la lubricación por circulación de aceite, además de ser muy costosa, tenía los problemas de pérdidas por la estanqueidad de los retenes.

Todo ello lleva al desarrollo de un sistema que permita transportar pequeñas cantidades de aceite a través del aire. Los primeros sistemas construidos con Venturi clásicos y con aire a alta presión tenían el inconveniente de un elevado consumo de aire y el transporte de partículas de aceite excesivamente gruesas que con la fricción en los tubos se condensaban en éstos y, por otra parte, se podían lubricar muy limitados puntos y viscosidades muy bajas de aceite.

- Ventajas.
- Principios del sistema.
- Componentes.
- Elección del lubricante.
- Productos.

▪ 3.9.2 Ventajas del sistema

RIVI, después de varios años de experiencia en el campo de la construcción de equipos de niebla de aceite, ha desarrollado unos sistemas completos de lubricación que tienen las siguientes ventajas:

1. Lubricar rodamientos, cojinetes planos, guías y bancadas, engranajes, levas y cadenas, independientemente del tipo de rodamiento o mezclados en una misma instalación.
2. No tener prácticamente límite en distancia de lubricación; se pueden hacer instalaciones hasta de 70 mts desde el grupo de generación de niebla.
3. Poder atomizar aceites de una viscosidad muy elevada (hasta 60 °E a 50°C).
4. Tener un reducido consumo de aire comprimido.
5. Tener la ventaja de un sistema de engrase centralizado automático que va lubricando con pequeñísimas y constantes aportaciones de lubricante, siendo además el consumo de lubricante muy pequeño.
6. Lubricar siempre con aceite nuevo y limpio: es imposible que en las partículas de aceite de la niebla se transporten impurezas ya que su atomización es inferior a 2 micras.
7. Refrigerar al mismo tiempo que se lubrica.

8. Generar una pequeña presión dentro del cojinete (entre 20 y 60 mm.c.a) que garantiza la no-entrada desde el exterior de partículas perjudiciales.

9. Ausencia de averías por ser un equipo sin piezas ni elementos en movimiento donde no se producen desgastes de ningún tipo, siendo además su mantenimiento nulo y existiendo como complemento un conjunto total de equipos de control visual y eléctrico.

10. Ser su costo e instalación, en la mayoría de los casos, mucho más económico que los equipos de engrase centralizado convencionales, incluso que los sistemas con bombas no automáticas.

3.9.3 Principios fundamentales

Es un sistema de lubricación centralizada donde un gas comprimido, generalmente aire, se emplea para autorizar el aceite, la niebla es conducida en un sistema de baja presión a los diferentes puntos de aplicación del lubricante.

El aceite es atomizado por un flujo de aire a través de un tubo de Venturi. Los deflectores, colocados como bailo el tubo de Venturi, hacen que las partículas de aceite pesadas se decanten y regresen al depósito. La mezcla resultante aire-aceite es la Niebla. La Niebla contiene partículas de aceite cuyo diámetro medio es de 1-2 micrones; éstas pueden ser conducidas a los racores de aplicación a través de las conducciones de distribución a la velocidad de 7,5 m/sg.

En los puntos de aplicación del lubricante las partículas de aceite creadas por el aire se condensan posándose sobre la superficie a la velocidad suficiente para producir la adherencia.

La Niebla puede ser introducida en recintos cerrados si las superficies a lubricar giran a una cierta velocidad. La velocidad de los engranajes, cadenas u otros elementos giratorios causará sobre estas partes una condensación tal que garantizará una buena lubricación.

Para la mayor parte de los puntos a lubricar los racores de aplicación deben uniformarse a la función de condensar. Una adecuada caída de presión a través de un racor de aplicación crea una velocidad de niebla (superior a 30 m/sg.) suficiente para causar un flujo turbulento.

Si la longitud del paso del racor es mucho más larga que el diámetro de paso (de una longitud mínima de 6 diámetros para una caída de presión de aproximadamente 200 mm de H₂O) se tendrá una zona de turbulencia suficiente para causar una buena condensación. Los deflectores en un racor de aplicación

umentan la acción condensadora, por lo que casi todas las partículas de aceite son separadas convirtiéndose en gotas de aceite.

El suministro total de Niebla está en función del generador. Este suministro está en relación con el diámetro de la tobera de Venturi y con la presión de aire aplicada. Los racores de aplicación dosifican o proporcionan la distribución del generador de Niebla.

La presión de envío o presión en el sistema de distribución de Niebla es la caída de presión de los racores de aplicación requerida para hacer fluir el total suministro desde el generador a todos los puntos a lubricar.

Los sistemas de Niebla están proyectados para mantener la presión de envío entre 125 y 1.000 mm. de H₂O en relación a su aplicación específica. La presión de envío se elige para cada aplicación en base a los tipos de racor usados, a la viscosidad del aceite y a la rugosidad de las superficies a lubricar.

El método de lubricación con Niebla tiene unas ventajas únicas.

La continua aplicación de aceite se acerca muy bien a la necesidad efectiva del soporte. La aplicación de lubricante a una dosis extremadamente baja, posible con una Niebla, facilita una lubricación continua sin necesidad de proyectar un sistema de circulación. Esto reduce el costo de muchos proyectos y resuelve el problema de la duración de las junta

El aire usado para distribuir el aceite puede facilitar unos beneficios adicionales, especialmente en las instalaciones donde la lubricación por grasa se consideraba hasta ahora la más aplicable. El aire mantiene el soporte bajo una ligera presión positiva y el flujo de aire hacia el exterior impide la entrada de partículas contaminantes, como muestra la figura 3.10.

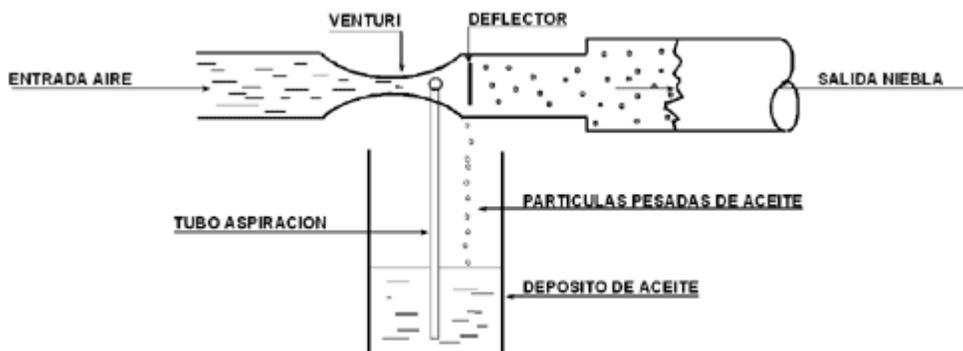


FIGURA 3.10 FUNCINAMIENTO DEL SISTEMA DE LUBRICACION POR NIEBLA.

Puesto que no hay partes en movimiento o mecanismos cíclicos en los componentes base de la Niebla y la presión del sistema es muy baja, la Niebla es un método de lubricación de toda confianza. Está prevista una maniobra eléctrica con alarma para el control del sistema de lubricación.

3.9.4 Componentes del sistema de niebla

Los componentes base del sistema de Niebla son:

1. Un separador filtro en línea de aire que asegura una distribución de aire limpio al generador.
2. Un manorreductor de presión de aire que controla el flujo de aire al generador.
3. Un generador provisto de tobera Venturi con tornillo de regulación y tubo de aspiración de aire y depósito con indicador óptico de nivel.
4. El conjunto de las tuberías de distribución de Niebla para la conexión a los racores de aplicación.
5. Los racores de aplicación a niebla, pulverización o condensación para dosificar o convertir la Niebla en cada punto de lubricación.

Los componentes accesorios del sistema de Niebla son:

1. Una electroválvula para abrir y cerrar el flujo de aire al generador.
2. Un calefactor del aceite para mantener el aceite en el depósito del generador a la viscosidad adecuada para una buena generación de la Niebla.
3. Un calefactor de aire que, independientemente de las variaciones de temperatura ambiente, mantiene constante la relación aceite/aire y atomiza aceites de alta viscosidad.
4. Un contacto eléctrico para la señalización del nivel mínimo y llenado automático del depósito.
5. Un dispositivo provisto de contacto eléctrico para el control de la presión, alta o baja de envío.
6. Un manómetro indicador de la presión de envío Niebla.

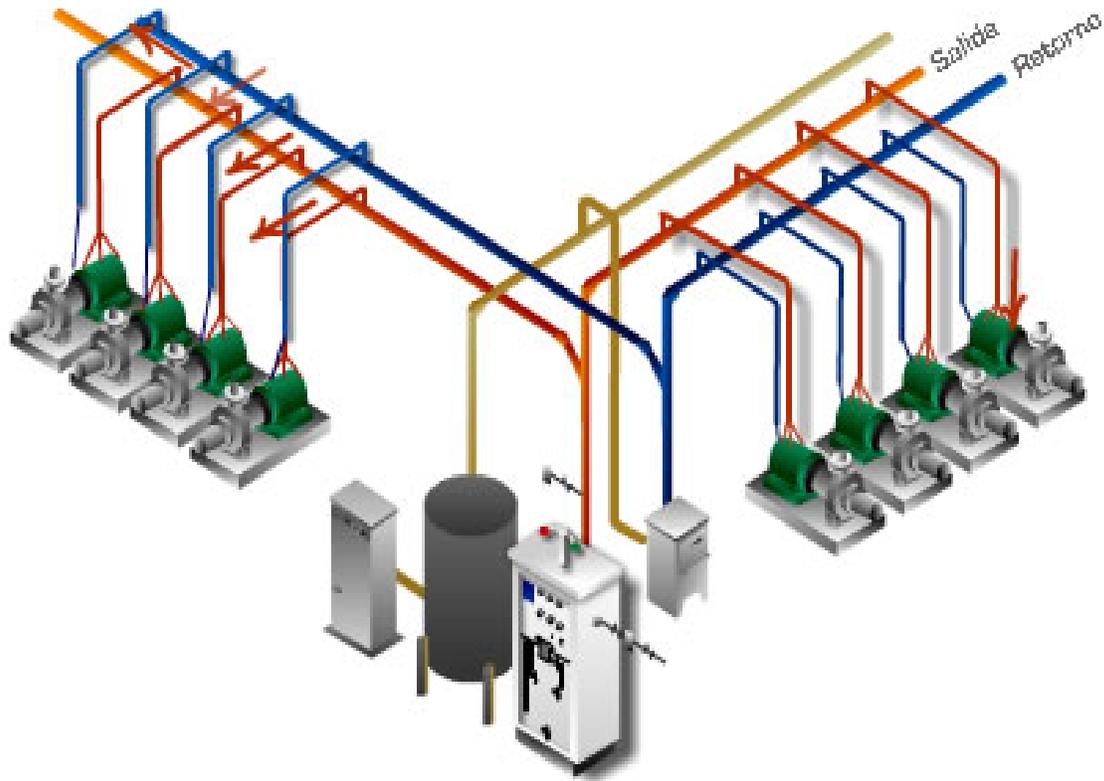


FIGURA 3.11 DISTRIBUCIÓN DE UN SISTEMA DE LUBRICACIÓN POR NIEBLA.

3.10 SELLO MECÁNICO

Esencialmente el sello mecánico consiste de dos superficies anulares de rozamiento que están empujándose una contra otra. Una superficie de rozamiento está fija a la parte estática de la máquina, mientras que la otra está fija al rotor y gira junto con este. El fluido a ser sellado penetra entre ambas superficies de rozamiento formando una película de lubricación la cual fluye entre las superficies constantemente. La presión a sellar se reduce linealmente a través de las superficies de rozamiento. En su forma más simple, un sello mecánico consiste de un anillo fijo sobre el rotor, el cual es empujado contra la carcasa de la máquina.

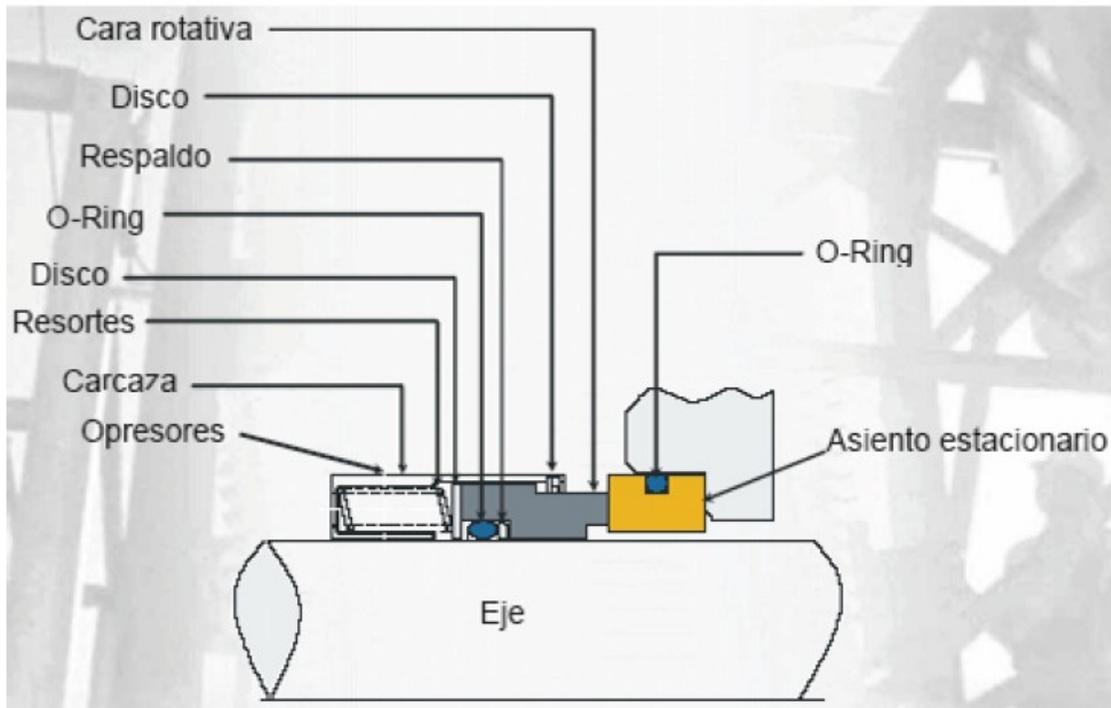


FIGURA 3.12 COMPONENTES DE UN SELLO MECANICO

3.10.1 Sellos Mecánicos Lubricados con Líquido y Sellos Mecánicos Lubricados con Gas.

Como se mencionó en la introducción: un sello mecánico consiste esencialmente de una restricción axial donde se reduce la presión d_{gv} del fluido a ser sellado (generalmente hasta la presión atmosférica) a través de la separación de sellado. Se distingue entre sellos mecánicos lubricados con líquido y sellos mecánicos lubricados con gas de acuerdo al estado físico del fluido a ser sellado.

La separación de sellado se establece entre dos superficies anulares de rozamiento, las cuales están alrededor y perpendiculares al rotor las cuales están completamente juntas o bien ligeramente separadas una de otra por la película del fluido líquido o gaseoso a sellar.

Estructura básica y forma de operación.

3.10.2 Componentes

- 1 – Carcasa del equipo.
- 2 – Rotor.

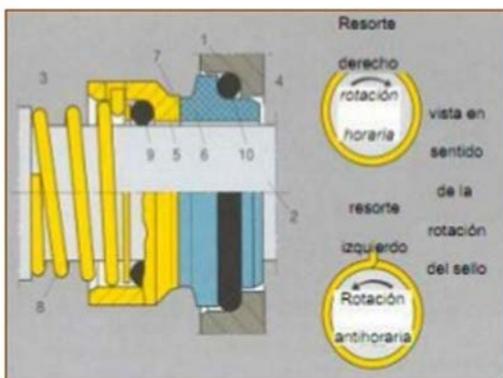
- 3 – Fluido a sellar.
- 4 – Atmósfera.
- 5 – Cara.
- 6 – Asiento.
- 7 – Separación de sellado entre las superficies de rozamiento.
- 8 – Resorte.
- 9 – Elemento de sellado dinámico.
- 10 – Elemento de sellado estático.

La figura 3.13 muestra un sello mecánico rotatorio sencillo donde se muestran los elementos más importantes de un sello.

La cara y el asiento son los elementos más importantes ya que en ellos están las superficies de rozamiento.

En la ilustración la cara esta fija al rotor y el asiento está fijo a la carcasa del equipo.

Sello mecánico sencillo de resorte cónico, cuyo sentido de enrollamiento depende del sentido de rotación del rotor del equipo.



1. Carcasa del equipo.
2. Rotor.
3. Fluido a sellar.
4. Atmosfera.
5. Cara.
6. Asiento.
7. Separación de Sellado entre las superficies de rozamiento.
8. Resortes.
9. Elementos de sellado dinámico.
10. Elementos de sellado estático.

FIGURA 3.13 COMPONENTES DE UN SELLO.

3.10.4 Elementos de empuje

Las caras de rozamiento deben ser empujadas una contra otra en dirección axial. la fuerza necesaria es generada por un resorte sencillo tipo cónico.

Otras formas son: un resorte sencillo ondulado o bien varios resortes distribuidos alrededor de una circunferencia.

Tipos de resortes:

- Resorte ondulado (sinoidal).
- Resorte sencillo cilíndrico.
- Grupo de resortes.



FIGURA 3.14 TIPOS DE RESORTES.

3.10.5 Elementos de sellado secundario

Las uniones entre la cara y el asiento con los elementos de la máquina donde se fijan (rotor o carcasa), deben ser sellado.

En el ejemplo mostrado el asiento se fija a la carcasa del equipo y esta unión se sella mediante un elemento de sellado estático, mientras que la unión entre la cara y el rotor se sella mediante un elemento de sellado dinámico. Este elemento de sellado es “dinámico” porque se mueve axialmente sobre el rotor junto con la cara del sello.

Los elementos de sellados ilustrados son de sección transversal circular, conocidos como “o-rings”.

Adicionalmente a su función de sellado, los elementos de sellado secundario funcionan como elementos de ajuste y centrado. El elemento de sellado de la cara ajusta y centra esta sobre el rotor, mientras que el elemento de sellado del asiento ajusta y centra este en la carcasa del equipo. Fuerza de cierre y fuerza de apertura. La cara del sello es empujada contra el asiento mediante la fuerza mecánica de compresión del resorte y por la fuerza hidráulica generada por la presión del fluido a sellar. La suma de estas dos fuerzas se conoce como fuerza de cierre. En condición despresurizada la fuerza del resorte mantiene en contacto las superficies de rozamiento una contra otra. En operación dinámica, el fluido penetra entre las superficies de rozamiento y establece una separación de sellado. La presión del fluido es reducida en la superficie de rozamiento. La presión en la ceración de sellado genera una fuerza de apertura que contra actúa con la fuerza de cierre.

3.10.6 Momento de torsión

El rozamiento entre las superficies de sellado causa un momento de torsión, parcialmente debido al rozamiento entre las superficies y la película del fluido y parcialmente debido al rozamiento directo entre las superficies. Este momento tiene que ser transmitido al rotor y a la carcasa del equipo. En el ejemplo de la figura 5 el momento de torsión es transmitido del rotor al resorte cónico mediante la interferencia que se logra entre el diámetro interior del resorte y el rotor, luego el resorte transmite el momento a la cara del sello a través de una ranura. En el asiento, el elemento de sellado secundario proporciona una fuerza de apriete entre en asiento y la carcasa del equipo, evitando que el asiento gire debido al rozamiento y por lo tanto el momento de torsión con la cara.

Debe atenderse el sentido de enrollamiento del resorte tal que el sentido de rotación lo mantenga con interferencia con el rotor.

3.10.7 Materiales

Los sellos mecánicos son fabricados de materiales especiales tales que sean resistentes a la abrasión, temperatura, presión y ataques químicos.

Los materiales de las caras deben cumplir con las siguientes características:

- Bajo coeficiente de rozamiento.
- Suficiente dureza para soportar la abrasión y tener un mínimo desgaste.
- Alta conductividad térmica para eliminar el calor generado por el rozamiento.
- Bajo coeficiente de expansión térmica para reducir los esfuerzos mecánicos.
- Alto módulo de elasticidad para reducir las deformaciones.

Los materiales comúnmente empleados para fabricar las caras de los sellos mecánicos son:

- Carbones artificiales.
- Metales.
- Carburos.
- Óxidos metálicos.

Carbones artificiales

Los carbones artificiales son materiales cerámicos no óxidos, suaves con variantes de acuerdo a tipo, composición y tamaño de grano y que difieren del material base (una mezcla de carbón amorfo y grafito cristalino) y el aglomerante empleado. Las porosidades son llenadas con impregnación, (por ejemplo metales como el antimonio o resinas sintéticas).

Metales

Los metales no son muy comunes para la fabricación de las caras de los sellos mecánicos, sin embargo son una alternativa en condiciones de operación no agresivas. La fundición de acero al Cromo Molibdeno es un material empleado. Carburo de Tungsteno con níquel como aglomerante.

Carburos

Un material muy común empleado para las caras de los sellos es el carburo de tungsteno (TC).

Este material sinterizado consiste de 90 a 95% de cristales de carburo de tungsteno, los cuales son aglomerados por una matriz de cobalto o bien de níquel. El tipo y contenido del aglomerante influye directamente en la resistencia química y dureza.

El carburo de tungsteno también tiene una buena conductividad térmica, sin embargo no es adecuado para rozamiento sin lubricación.

Carburo de Silicio

El empleo de carburo de silicio para fabricar las caras de los sellos mecánicos ha aumentado. El proceso más adecuado es mediante sinterizado directo a temperaturas 2200°C y es casi tan duro como el diamante. Otro tipo de carburo de silicio es el aglomerado por reacción (SiC-Si) en el cual 10% aproximadamente de cristales de silicio quedan libres.

El carburo de silicio por sinterizado directo es químicamente resistente a cualquier tipo de fluido en la escala completa de pH, pero es muy frágil que el aglomerado por reacción, este último es atacado químicamente por fluidos alcalinos con un pH de más de 10, debido al silicio libre.

Cerámica Óxido de Aluminio

El material cerámico más conocido y empleado es el óxido de aluminio (Al₂O₃) que es resistente al desgaste y al ataque químico y no requiere ninguna impregnación. Sus desventajas son su fragilidad y baja conductividad térmica. Combinación de materiales de las caras Dura – Suave y Dura – Dura

3.10.8 Materiales para los elementos de sellado secundario

Elastómeros

Existe una amplia gama de materiales elastómeros que pueden emplearse para fabricar los elementos de sellado secundario. La forma más común de los elementos de sellado secundario es de sección transversal circular (o-rings) aunque pueden diseñarse otras formas o bien fuelles.

Los elastómeros más comúnmente empleados son:

- Monómero de etileno propileno dieno (EPDM)
- Nitrilo (NBR, por ejemplo Perbunan)
- Fluorocarbon (FPM, por ejemplo Viton)
- Perfluorocarbon (FFKM, por ejemplo Kalrez) No elastómeros
- poli tetra fluoro etileno (PTFE, por ejemplo Teflón) de excelente resistencia química
- Grafito puro (por ejemplo Statotherm) de excelente resistencia térmica

3.10.9 Materiales para los componentes de arrastre y ensamble

Criterio de selección

Los elementos de arrastre y ensamble tales como collares, tornillos y carcasas deben fabricarse de materiales resistentes al ataque químico y adecuado para la temperatura, presión y esfuerzos mecánicos a los que será sometido.

Los aceros inoxidable al cromo, al cromo-níquel, al cromo-níquel-molibdeno en diferentes aleaciones son los recomendables y comúnmente empleados para la fabricación de los elementos de arrastre y ensamble de los sellos mecánicos.

Las propiedades de conductividad térmica, expansión térmica y resistencia mecánica deben ser analizadas para cada aplicación.

3.10.10 Cálculo y Diseño

Las siguientes ecuaciones y ejemplos numéricos aplican solo a los sellos lubricados con líquido. Las condiciones dinámicas en los sellos lubricados con gas son mas complicadas.

Fuga

Para lubricar y enfriar las superficies de rozamiento se requiere que fluya líquido entre estas, lo cual resulta en una fuga normal que puede estimarse mediante una ecuación. Es posible que la fuga del fluido no sea percibida visualmente, esto significa que el calor generado por el rozamiento de las caras ha calentado el fluido hasta evaporarlo.

Factores que determinan la cantidad de fuga.

Los factores más importantes que influyen en la cantidad de fuga son:

- Condición de las caras del sello.
- Rugosidad, paralelismo y perpendicularidad de las superficies de rozamiento.
- Condiciones del equipo (por ejemplo vibraciones).
- Forma de operación del equipo (por ejemplo: continua o intermitente).
- Características físicas y químicas del fluido a sellar.
- Diseño del sello.
- Cuidados durante el ensamble, la instalación y puesta en operación.

Importancia de la separación de sellado.

La cantidad de fuga es directamente proporcional a la forma de la cara del sello (radio medio, ancho de la superficie de rozamiento), la presión y la viscosidad del fluido a sellar a una potencia de tres con la separación de sellado, tal que por ejemplo aumentando la separación de sellado en dos, la cantidad de fuga incrementará en ocho si las otras condiciones permanecen constantes. Esto ilustra la importancia de la separación de sellado así como las demás variables. La separación de sellado depende de la rugosidad de cada una de las superficies de rozamiento, así como del paralelismo y perpendicularidad. Es obvio, por lo tanto la importancia de la calidad de la producción y la estabilidad del material en operación para minimizar la cantidad de fuga.

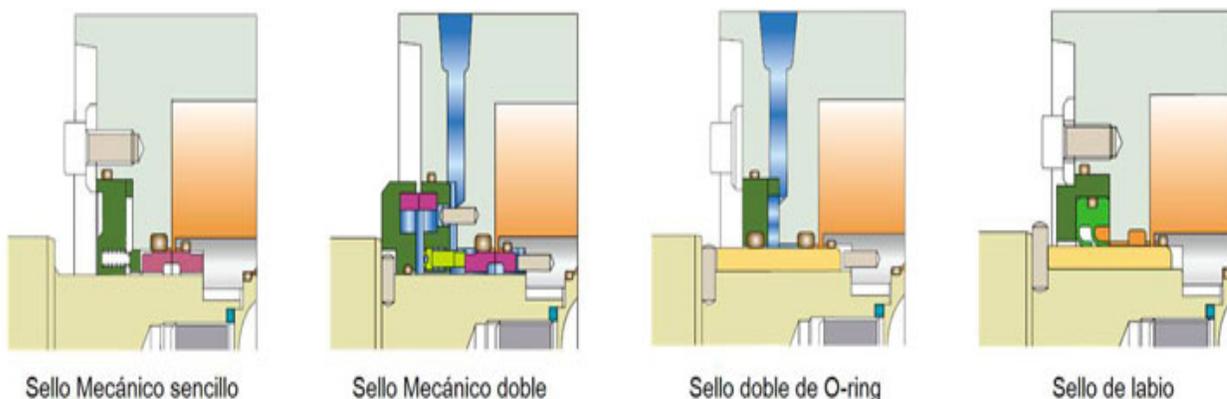


FIGURA 3.15 TIPOS DE SELLOS MECÁNICOS.

3.11 SISTEMAS AUXILIARES.

Llamamos a los sistemas auxiliares de una bomba en general a su lubricación adecuada, ya sea por niebla o por nivel, así como la instrumentación, en la que se maneja presiones y temperaturas del producto a manejar y en algunos casos su sistema de enfriamiento.

3.12 MONITOREO DE OPERACIÓN

“El monitoreo de bombas centrífugas de es la observación del curso de uno o varios parámetros para la detección de problemas”

Cada vez en las industrias el mantenimiento cobra un sentido de amplia relevancia, debido a muchos factores como el acelerado desarrollo del mundo contemporáneo, donde se exige cada vez más en aspectos tales como calidad, tiempo de proceso, tiempo de entrega etc. Es por ello que la industria actual no puede atrasarse y cada vez busca alternativas de solución para satisfacer sus necesidades.

Pero no solo se queda la búsqueda en el mantenimiento, sino que profundiza en el concepto y analiza posibilidades de evitar las fallas, y es por ello que se desarrollaron los conceptos de mantenimiento predictivo y preventivo, y por tanto, también se crearon, y se siguen creando, diversos métodos, herramientas, técnicas para facilitar estos estudios.

El correcto funcionamiento se realiza con la observación de tres parámetros fundamentales que son la vibración, temperaturas y fugas.

3.13 VIBRACIÓN

Se dice que un cuerpo vibra cuando experimenta cambios alternativos, de tal modo que sus puntos oscilen sincrónicamente en torno a sus posiciones de equilibrio, sin que el campo cambie de lugar.

Como otro concepto de vibración, se puede decir que es un intercambio de energía cinética en cuerpos con rigidez y masa finitas, el cual surge de una entrada de energía dependiente del tiempo.

Este intercambio de energía puede ser producido por:

- Desequilibrio en máquinas rotatorias.
- Entrada de Energía Acústica.
- Circulación de fluidos o masas.
- Energía Electromagnética.

Sea cualquiera la causa de la vibración, su reducción es necesaria debido a razones entre las cuales se tienen:

- La excesiva vibración puede limitar la velocidad de procesamiento.
- La vibración es responsable de la pobre calidad de los productos elaborados por Maquinas-herramientas.
- La vibración de maquinarias puede resultar en radiación de ruido.

- La vibración puede alcanzar a otros instrumentos de precisión de otras fuentes, y causar fallas de funcionamiento.

La Medición de la vibración, juega un papel muy importante en el desarrollo de técnicas para mitigarla o reducirla, y en el establecimiento de límites en los niveles de ruido de la maquinaria existente en una instalación industrial.

Aproximadamente el 50% de las averías en máquinas rotativas se deben a desalineaciones en los ejes. Las máquinas mal alineadas generan cargas y vibraciones adicionales, causando daños prematuros en rodamiento obturaciones y acoplamientos, también aumenta el consumo de energía.

Gracias a los avances de la electrónica, actualmente se tienen instrumentos de medición altamente sofisticados que permiten cuantificar la vibración de manera precisa, a través de diversos principios. Es por esto que es muy importante, un buen entendimiento de los transductores empleados para la medición de vibración, y su interfaz con los sofisticados equipos de instrumentación y de adquisición de datos.

Hoy en día, uno de los puntos importantes a considerar en el buen funcionamiento de los procesos industriales está basado entre otras cosas en reglas, procedimientos o metodologías de mantenimiento, en especial uno conocido como mantenimiento predictivo ya que permite saber el estado actual y futuro de una maquinaria o de sus elementos; el análisis de vibraciones de maquinaria es una de las metodologías ampliamente usadas en el mantenimiento de maquinaria, de tal manera que el estudio de las vibraciones mecánicas se ha convertido en algo esencial para el estudiante de ingeniería mecánica ya que le permite comprender, analizar y proponer soluciones sobre diversa problemática relacionada con procesos industriales. En este capítulo se presentan los conceptos introductorios de las vibraciones mecánicas como lo es: su historia, presente, aplicaciones e importancia entre otras cosas.

CAPÍTULO 4

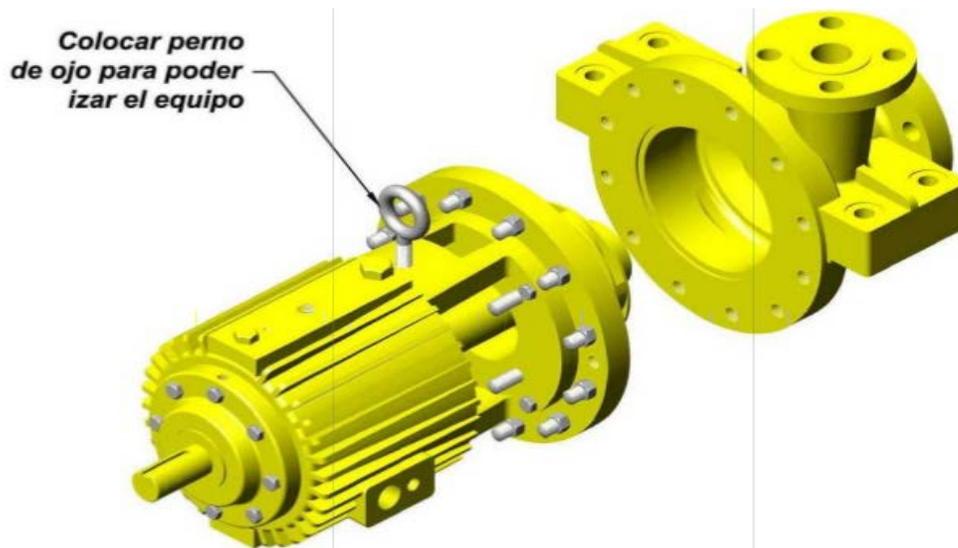
4.1 DESEMSAMBLE DE UNA BOMBA DE PROCESO

Hay que tener mucho cuidado al desarmar la bomba para evitar dañar las partes internas de la misma. Para facilitar armar la bomba posteriormente, vaya colocando las piezas en un lugar en el orden en que se desarmaron. Evite que se dañen las partes maquinadas y protéjalas contra la oxidación. Cierre las válvulas

de succión y descarga, las de suministro de agua de enfriamiento y de sello. Drene todo el producto del interior de la carcasa.

Siga las instrucciones que a continuación se indican para desarmar completamente la bomba.

1. Quitar los tornillos del acoplamiento y espaciador.
2. Desconecte la tubería auxiliar en puntos de unión.
3. Drene el aceite de la caja de rodamientos y quite la aceitera de nivel constante con su niple.



4. Sujete el equipo de izamiento a la caja de rodamientos mediante un perno de ojo, como se muestra en la figura 4.1.
5. Saque las tuercas de los espárragos que fijan la caja del alojamiento de sello mecánico a la carcasa. Figura 4.1.

FIGURA 4.1. DESENSAMBLE DE BOMBA DE CARCASA

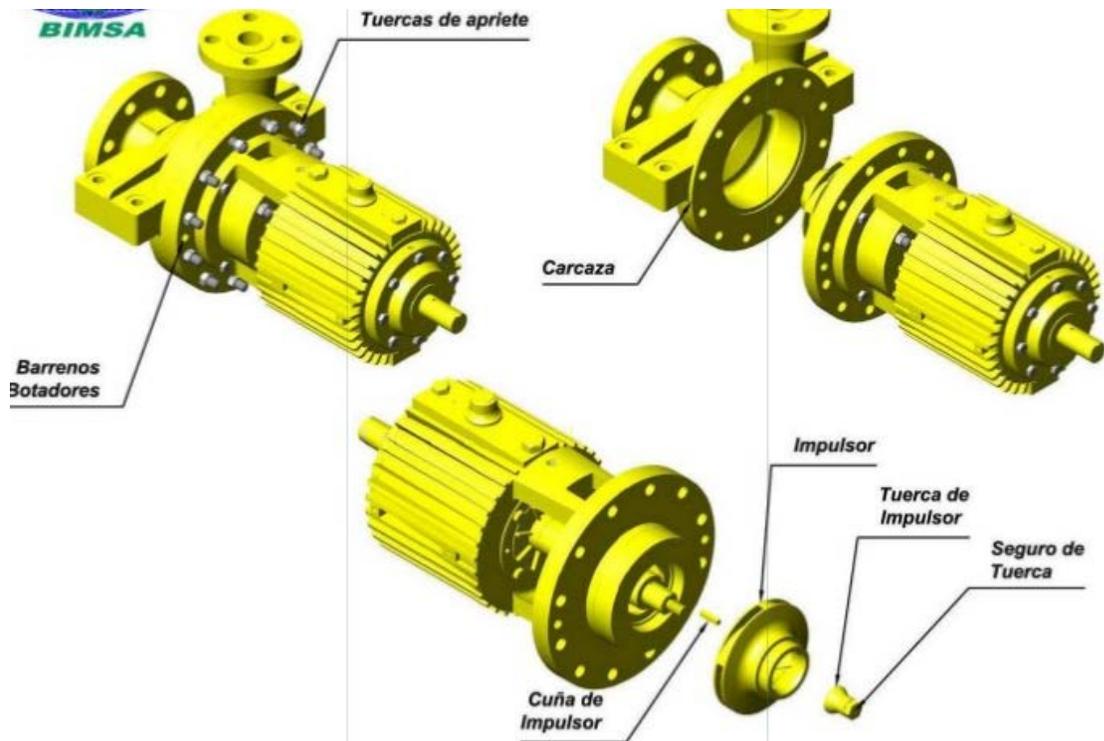


FIGURA 4.2. DESEMSAMBLE DE CAJA DE SELLO MECÁNICO E IMPULSOR

6. Comience a separar la caja de alojamiento del sello mecánico de la carcasa, utilizando los dos tornillos de despegue o botadores que están localizados a 180° en el mismo círculo de las tuercas referidas en el punto 5.

7. Cuando note que se mueve libremente el conjunto de la caja de alojamiento del sello mecánico deslice cuidadosamente hacia atrás hasta que el impulsor quede libre y gire el conjunto para que quede fuera de la carcasa y accesible para operaciones posteriores. Deseche junta de la carcasa y ponga una nueva al momento de volver a ensamblar el equipo. Los claros de los anillos de desgaste pueden ser revisados en este momento

.8. Retirar el seguro de la tuerca del impulsor.

9. Aflojar la tuerca del extremo de la flecha correspondiente al lado del impulsor.

10. Retirar la cuña del impulsor y el impulsor. Colocar la bomba en posición vertical sobre bloques en la caja del alojamiento del sello mecánico.

11. Separe la brida del sello mecánico completo sin desarmar (cartucho, brida y camisa). Figura 4.2.

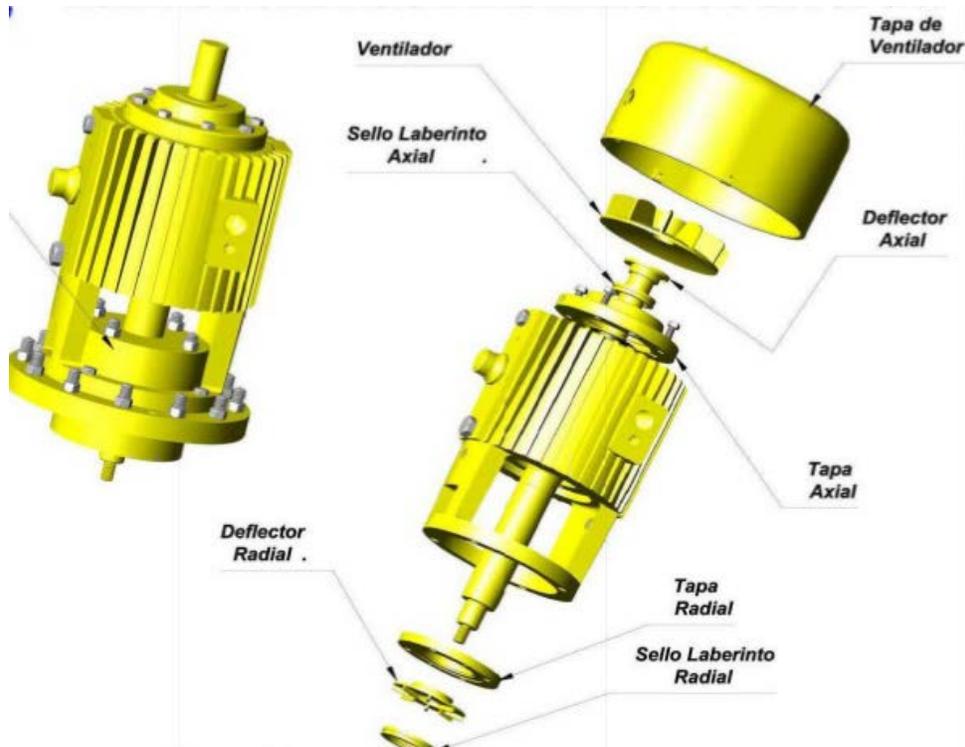


FIGURA 4.3. DESENSAMBLE DE DEFLECTORES Y VENTILADOR

12. Retire cuidadosamente la caja del alojamiento del sello mecánico.

13. Retire la camisa de flecha al mismo tiempo que el sello mecánico y la brida de este mismo de la flecha (refiérase a las instrucciones del fabricante del sello mecánico). Descarte la junta de la camisa y ponga una nueva al re ensamblar. Al llegar a este paso, la mayoría de las partes sujetas a desgaste quedan expuestas y accesibles para inspección y sustitución si fuera necesario. Nos referimos al impulsor, anillos de desgaste camisa de flecha y bujes. Si se desea desensamblar la caja de rodamientos, proceda como se explica a continuación:

- a) Saque el deflector radial (Figura 4.3).
- b) Saque el sello laberinto radial.
- c) Quite la tapa del rodamiento radial.

d) Quite la tapa del ventilador. Esta pieza puede ser opcional para algunos equipos.

e) Retire con cuidado la cuña que sujeta al ventilador y extraiga este sin forzarlo procurando no dañar la flecha. Pieza opcional para algunos equipos. 67

f) Saque el deflector axial.

g) Saque el sello laberinto radial.

Quite la tapa de balero axial parte No. 20. Se sugiere este procedimiento para proteger los anillos de aceite cuando desensamble la bomba) Para evitar dañar los anillos sal picadores colocarlos como se muestra en la figura 4.4.

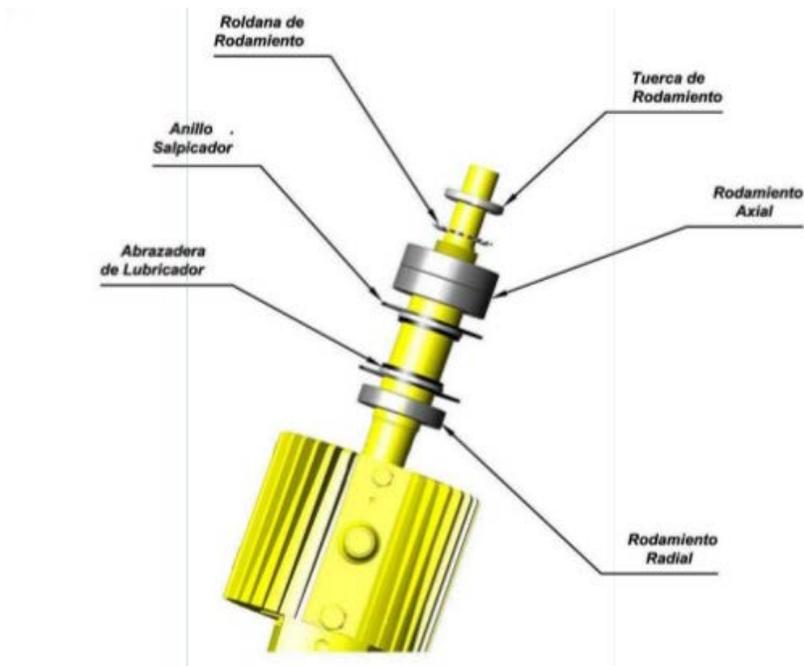


FIGURA 4.4 DESMONTAJE DE ANILLOS Y RODAMIENTOS

Sacar el conjunto de la flecha de la caja de rodamientos figura 4.4 (PRECAUCION: No doblar los anillos sal picadores)

j) Quitar arandela y tuerca de fijación de los rodamientos.

k) Los rodamientos pueden ser retirados mediante una prensa o extractor.

Examine cuidadosamente todas las partes de la bomba conforme esta va desensamblándose. En general cualquier pieza que se vea apreciablemente dañada debe de ser sustituida.

CAPITULO 5

5.1 EMSAMBLE DE LA BOMBA

Para ensamblar la bomba se sigue esencialmente un proceso inverso al de desensamble como a continuación se describe:

a) Instale los anillos sal picadores de aceite con sus abrazaderas metálicas de acuerdo a la posición indicada en la figura 5.1.

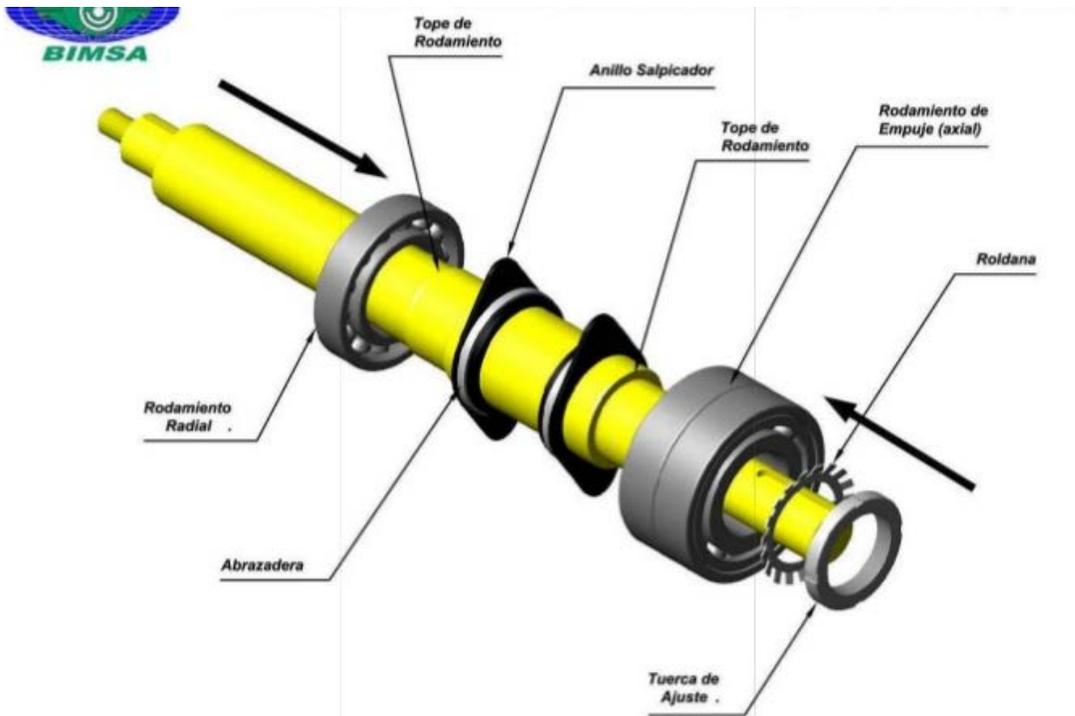


FIGURA 5.1 MONTAJE DE ANILLOS Y RODAMIENTOS

b) Monte los rodamientos de empuje en la flecha, hasta llegar a su posición de tope, esto lo debe hacer con mucho cuidado procurando no dañar las pista ni el mismo rodamiento, coloque su roldana de seguridad junto con su tuerca de ajuste.

c) Monte el rodamiento radial hasta llegar a su posición de tope, procure evitar dañar la flecha o el mismo rodamiento (referirse a la figura 5.1).

d) Deslice el conjunto de la flecha dentro de la caja de rodamientos, procure evitar doblar los anillos sal picadores (referirse a la figura 5.2).

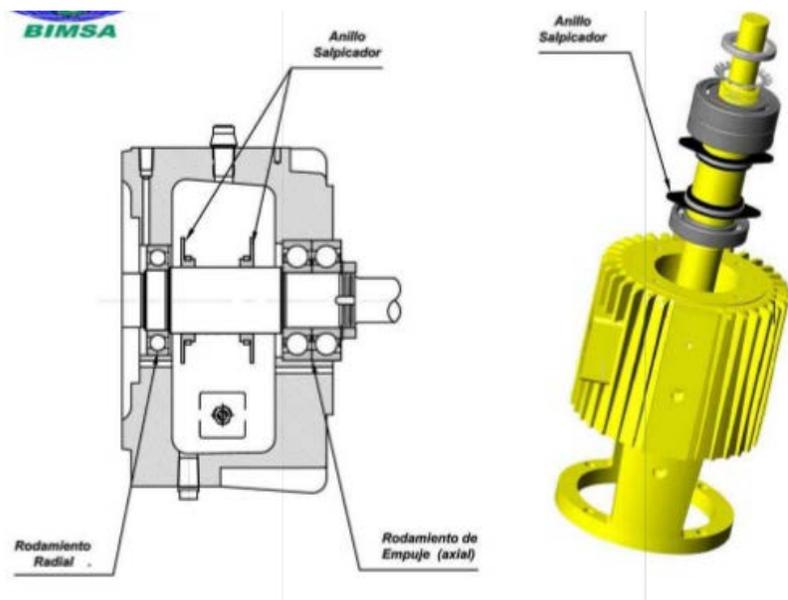


FIGURA 5.2 ENSAMBLE DE ALOJAMIENTO DE RODAMIENTOS

- e) Instale una nueva junta de la tapa de rodamiento radial.
- f) Coloque la tapa de rodamiento radial.
- g) Coloque el sello laberinto radial junto con sus sellos "O" Ring.
- h) Coloque el deflector radial junto con sus sellos "O" Ring. Ver figura 5.3.

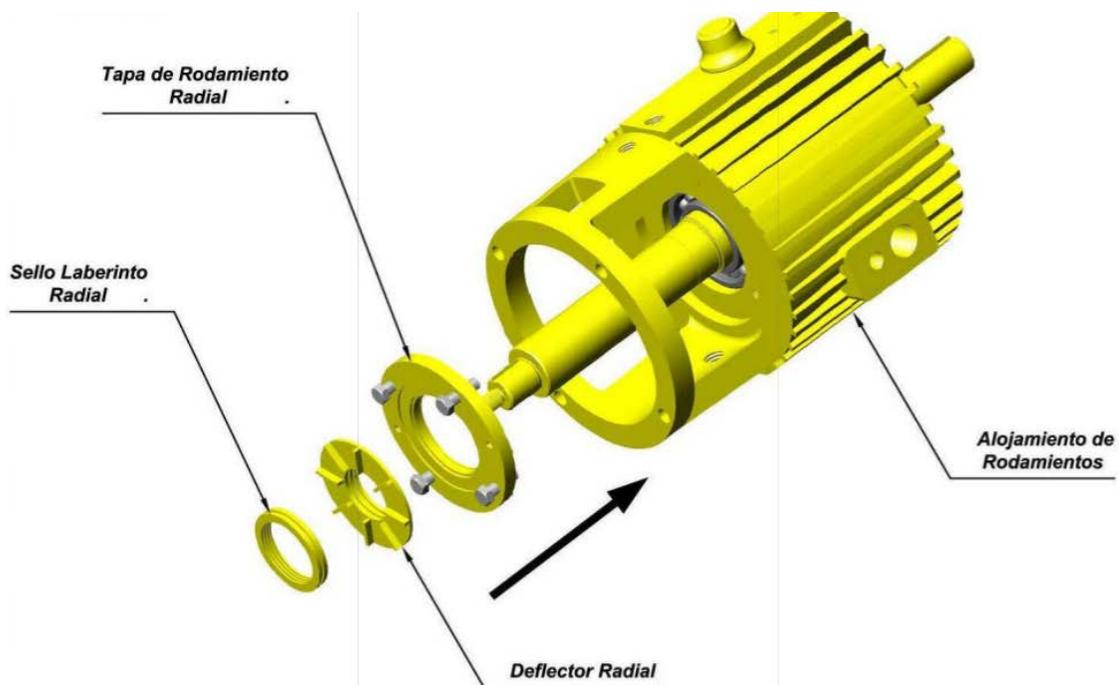


FIGURA 5.3 ENSAMBLE DE TAPA RADIAL

- h) Instale una nueva junta de la tapa de rodamiento axial.
- i) Coloque la tapa de rodamiento axial.
- j) Coloque el sello laberinto axial junto con sus sellos "O" Ring..
- k) Coloque el deflector axial junto con sus sellos "O" Ring (Ver figura 5.4)

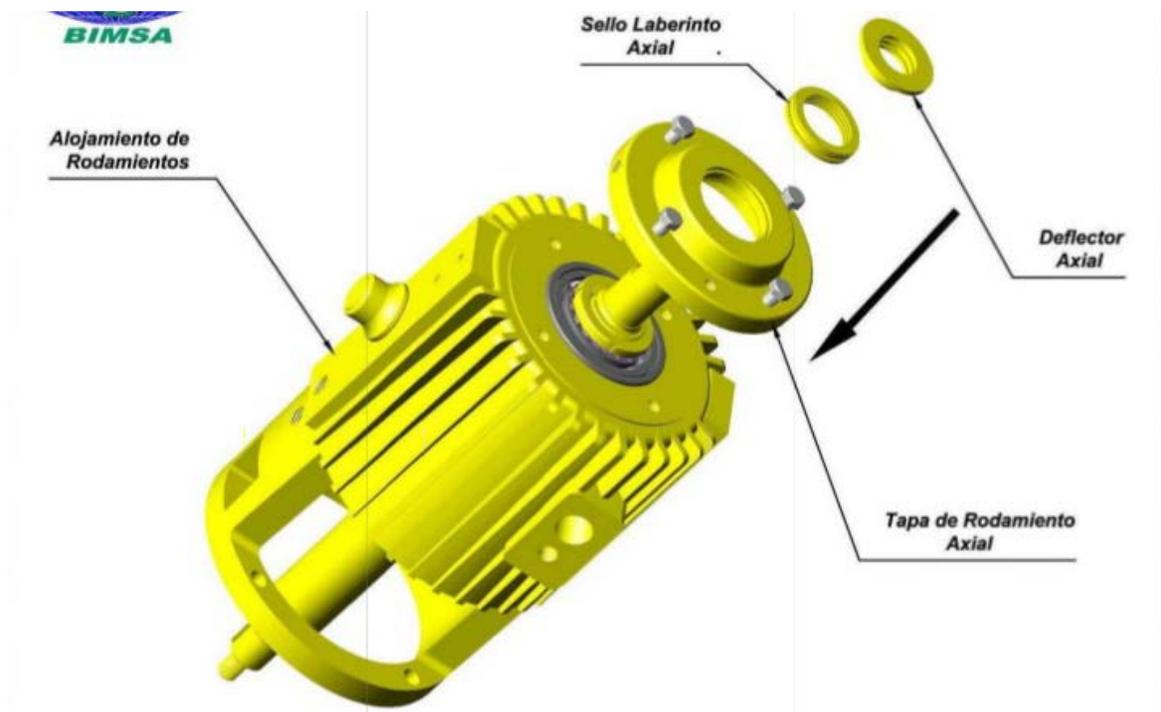


FIGURA 5.4 ENSAMBLE DE TAPA AXIAL

- l) Colocar el conjunto ensamblado en posición vertical debidamente apoyado y asegurado para instalar la caja del alojamiento de sello mecánico.
- l) Apriete los tornillos de la brida del alojamiento de rodamientos con el alojamiento de sello mecánico.

m) Coloque el conjunto en posición horizontal, monte y fije el impulsor utilizando la tuerca de impulsor, no olvide apretar la tuerca con su seguro. Para correcto ensamble refiérase a la figura 5.5.

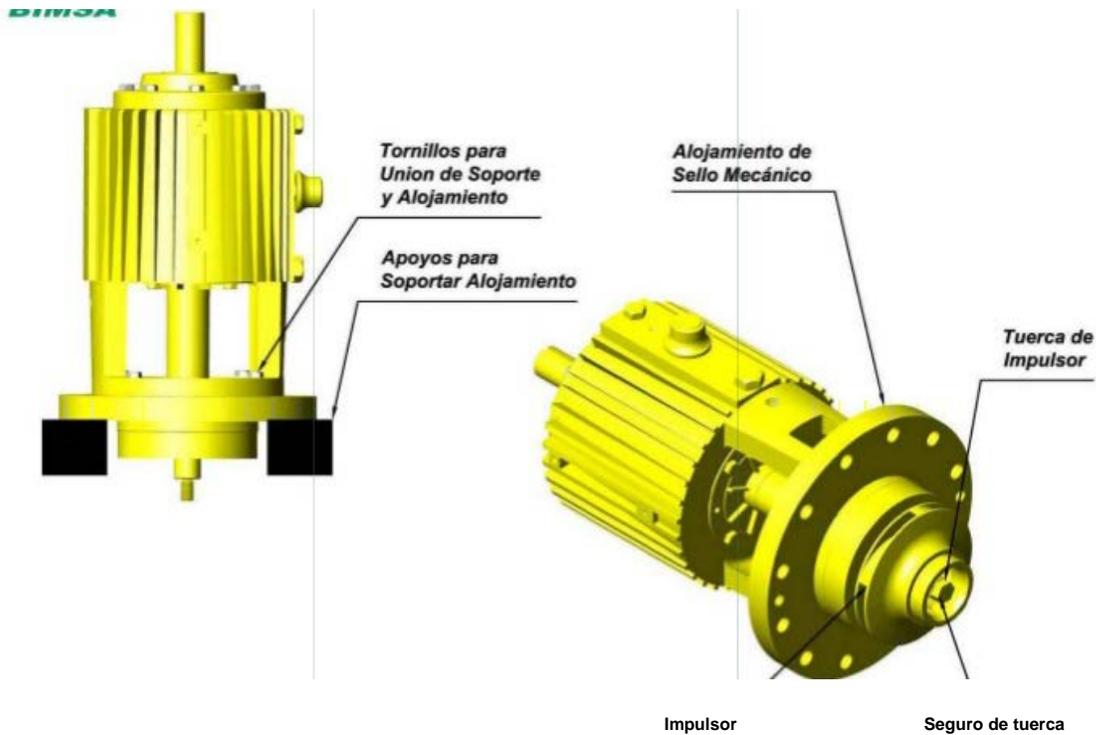


FIGURA 5.5 ENSANBLE DE IMPULSOR Y TUERCA DE IMPULSOR.

Monte el conjunto y deslícelo con mucho cuidado dentro de la carcasa, apriete las tuercas de los espárragos que unen el soporte y la carcasa, calibrando el par de apriete de acuerdo con los valores que se muestran en la tabla No. 1

Tamaño de cuerda	Par pies-libras
10 - 24	8
1/4 - 20	12
5/16 - 18	20
3/8 - 16	35
1/2 - 13	85
5/8 - 11	130
3/4 - 10	220
7/8 - 9	340

Tabla No. 1 Valores de par de apriete para tornillos y tuercas.

Ya ensamblada la caja de rodamientos se deben verificar las siguientes características, ya que de ello depende que nuestro equipo quede perfectamente alineado y ajustado, listo para trabajar.

La desviación, con un reloj de carátula se verifica la perpendicularidad que existe entre la caja del alojamiento de rodamientos y la flecha, tal como se muestra en la figura No. 5.6, las tolerancias máximas permitidas para estas lecturas son de 0.003”

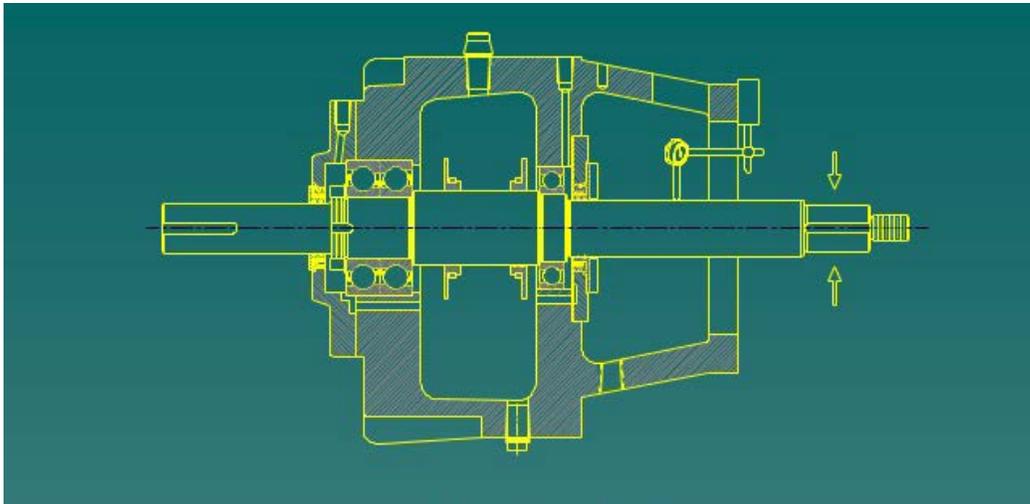


FIGURA 5.6 DESVIACIÓN.

El Run Out, con esto verificaremos la concentricidad que existe entre la caja del alojamiento del sello mecánico con respecto a la flecha tal como se muestra en la figura No. 5.7 las tolerancias máximas permitidas son de 0.002”.



FIGURA 5.7 RUN OUT

Una vez verificada la desviación y el Run Out y estando estos dentro de las tolerancias permitidas, se continua con el ensamble.

1. Coloque una junta espirotallic en la carcasa y el alojamiento (figura 5.8).
2. Monte el conjunto y deslícelo con mucho cuidado dentro de la carcasa, apriete las tuercas de los espárragos que unen el soporte y la carcasa (figura 5.8).
3. Coloque el sello mecánico, recuerde que se deben de sustituir los anillos "O", y fije la unidad rotatoria de acuerdo con los dibujos del fabricante del sello mecánico. Deslice el sello sobre la flecha, procurando que este no entre muy forzado o con interferencia, esto para evitar dañar la flecha y que el equipo no trabaje en óptimas condiciones, ya que puede provocar que la bomba se amarre y pueda dañar el sello. El par recomendado de apriete lo podemos verificar de la tabla No. 1, mostrada anteriormente.

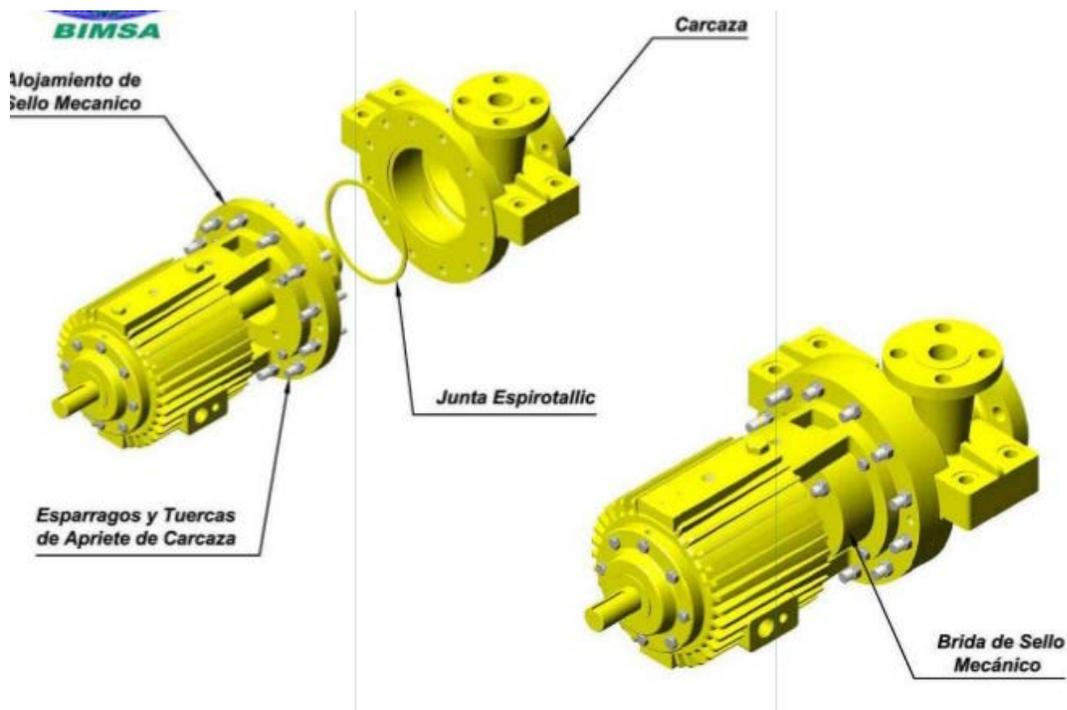


FIGURA 5.8 ENSAMBLE DE CARCAZA Y SELLO MECÁNICO.

Ensamblada en su totalidad la bomba se debe verificar lo siguiente:

Perpendicularidad, con un reloj de carátula colóquelo en la posición como se muestra en la figura No. 5.9, las tolerancias máximas permitidas son de 0.003”.



FIGURA 5.9 PERPENDICULARIDAD.

Concentricidad, colocar el indicador de carátula como se muestra en la figura No. 5.10, las tolerancias máximas permitidas son de 0.005”.

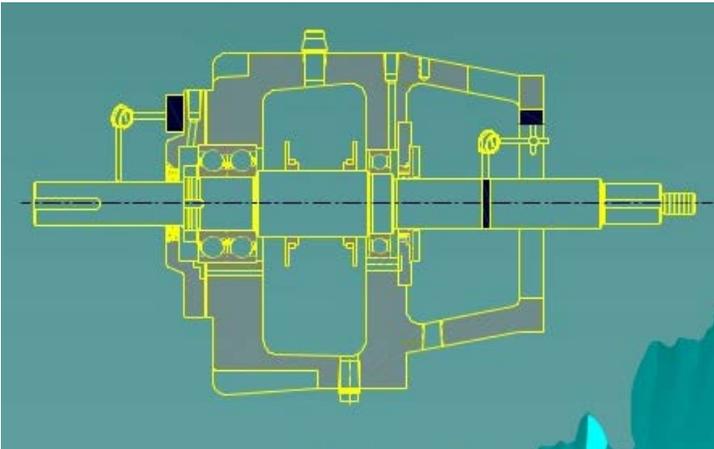


FIGURA 5.10 CONCENTRICIDAD

Una vez que se ha checado y se tengan resultados satisfactorios con respecto a las lecturas de la concentricidad y la perpendicularidad, se prosigue con el ensamble.

5.2 RODAMIENTO

Caja de Rodamientos.

Escurra y limpie completamente los pasajes de aceite, verifique que no existan cuerpos extraños en el depósito. En caso de contar con enfriamiento cerciórese del estado que guarda el cartucho de enfriamiento, que este no tenga sus alabes doblados o dañados. Revise también el estado de los anillos laberinto y límpielos de cualquier impureza.

Mantenimiento de Rodamientos.

Los rodamientos antifricción son ordinariamente montados con una prensa o en caliente y es necesario un extractor para retirarlos,. Las garras o dedos deben de apoyarse en la pista interior, por la parte de atrás, del rodamiento. Cuando hay partes que intervienen, el rodamiento puede apoyarse en un buje ranurado y ejercer presión con la prensa para extraer la flecha. A menos que se retire con extremo cuidado el rodamiento se daña a tal grado que no debe de utilizarse nuevamente, por tal motivo el rodamiento debe revisarse inmediatamente para ver el juego entre pistas y cualquier otra imperfección. Se recomienda que se sustituya el rodamiento por uno nuevo por que frecuentemente es difícil detectar daños hasta que el equipo se pone en operación.

Inspección y Limpieza.

Como todas las piezas importantes de una máquina, los rodamientos de bolas deben limpiarse y examinarse frecuentemente. Los intervalos entre tales exámenes dependen por completo de las condiciones de funcionamiento. Si se puede por ejemplo, escuchar el ruido del mismo en funcionamiento y midiendo la temperatura o examinando el lubricante, normalmente es suficiente con limpiarlo e inspeccionarlo una vez por año (aros, jaula y elementos rodantes) junto con las demás piezas anexas al rodamiento.

Almacenamiento de los Rodamientos.

Antes de embalar, los rodamientos normalmente son tratados con un agente antioxidante y en esas condiciones pueden conservarse en su embalaje original durante años, siempre que la humedad relativa del almacén no pase del 60%.En los rodamientos puede darse el caso de que las propiedades de lubricación se hayan deteriorado después de estar almacenados largos períodos de tiempo.

Montaje de los rodamientos.

El montaje de rodamientos de bolas, es esencial que sea efectuado por personal competente y en condiciones de rigurosa limpieza, para conseguir así un buen funcionamiento y evitar un fallo prematuro. Como todos los componentes de precisión, la manipulación de los rodamientos durante su montaje debe realizarse con sumo cuidado. La elección de herramientas apropiadas es de gran importancia. Siempre que sea posible, deberá efectuar el montaje en una sala con atmósfera seca y sin polvo, alejada de máquinas de trabajar metales o de otras máquinas que produzcan virutas, limaduras o polvo. Antes de montar los rodamientos todas las piezas, las herramientas y los equipos necesarios deben estar a la mano.

Es así mismo importante conservar los rodamientos en su empaque original hasta inmediatamente antes de montarlos para evitar que se ensucien. Normalmente, no es necesario quitar todo el recubrimiento antioxidante que tienen los rodamientos nuevos, bastará con quitarlo de las superficies cilíndricas exterior y del agujero. Cuando monte el rodamiento en la flecha de la bomba recuerde que para una operación satisfactoria, la pista interior del rodamiento debe quedar bien fija sobre la flecha para que no gire sobre ésta. También es importante que el ajuste de la pista exterior evite que gire libremente en su alojamiento. Dos son los métodos más usados para montar los rodamientos en la flecha:

1. Calentando el rodamiento para que se dilate la pista interna, montar en la flecha y dejar que se enfríe.
2. Forzando el rodamiento sobre la flecha. El primer método es preferible, caliente el rodamiento sumergido en aceite o en un horno eléctrico a una temperatura de 94° C (200° F), ya estando caliente móntelo inmediatamente a la flecha.

Cuando se utiliza el segundo método, aplique la fuerza por medio de una prensa de husillo utilice una camisa tubular, un anillo o bloques de igual espesor para aplicarla fuerza sobre la pista interna. Al forzar el rodamiento sobre la flecha tenga cuidado que la pista no se amarre. Verifique la posición del rodamiento en la flecha con un calibrador de hojas para asegurarse que se asiente uniformemente en el hombro de la flecha. Cuando se monten rodamientos de empuje “Duplex” Es muy importante cerciorarse que la tuerca este bien apretada para asegurarse el contacto entre las pistas internas de ambos rodamientos

5.3 ANILLOS DE DESGASTE.

Mantenimiento de Anillos de Desgaste.

Todas las bombas que se construyen de acuerdo con el estándar del API 610 9ª. Edic. Están equipadas con anillos de desgaste renovables en la carcasa, la caja de alojamiento de sello mecánico y en el impulsor.

Generalmente se recomienda que los anillos sean renovados cuando el claro original se duplica. Un incremento en el claro del anillo debido al desgaste se manifiesta por una reducción en la capacidad de la bomba a la carga dada. De aquí que la reposición de los anillos dependerá de las condiciones de operación requeridas.

Inspección.

Para determinar el claro que existe entre los anillos de desgaste mida el diámetro exterior de los anillos del impulsor y el diámetro interior de los anillos estacionarios (de carcaza y alojamiento), verifique el valor que debe tener este claro con respecto a los valores indicados en la tabla No. 2 Si el claro encontrado es más o igual al doble del valor indicado es momento de reponer sus anillos de desgaste.

DIMENSIONES DE LOS ANILLOS DE DESGASTE DE ACUERDO AL DIAMETRO	
< 2	0.010
2.000 – 2.499	0.011
2.500 – 2.999	0.012
3.000 – 3.499	0.014
3.500 – 3.999	0.016
4.000 – 4.499	0.016
4.500 – 4.999	0.016
5.000 – 5.999	0.017
6.000 – 6.999	0.018
7.000 – 7.999	0.019
8.000 – 8.999	0.020
9.000 – 9.999	0.021
10.000 – 10.999	0.022
11.000 – 11.999	0.023
12.000 – 12.999	0.024
13.000 – 13.999	0.025
14.000 – 14.999	0.026
15.000 – 15.999	0.027
16.000 – 16.999	0.028
17.000 – 17.999	0.029
18.000 – 18.999	0.030
19.000 – 19.999	0.031
20.000 – 20.999	0.032
21.000 – 21.999	0.033
22.000 – 22.999	0.034
23.000 – 23.999	0.035
24.000 – 24.999	0.036

25.000 – 25.999	0.037
-----------------	-------

TABLA No. 2

Procedimiento de Reparación de anillos de desgaste.

Tipos de anillos como material de repuesto.

Anillos de impulsor sobre medida.

Anillos de alojamiento de sello.

Anillos de carcaza.

De estos los anillos de impulsor se fabrican con su diámetro exterior mayor al nominal, y los anillos de alojamiento y carcaza con su diámetro interior cerrado.

Este procedimiento de reparación recomendado para hacer el maquinado de los anillos es el siguiente:

1. Remueva los anillos de la carcaza y los de la caja de sello mecánico, rompiendo los puntos de soldadura con un disco abrasivo, sáquelos con un extractor apropiado.
2. Instale los anillos estacionarios de repuesto con el Diámetro Interno bajo medida, enfriándolos en hielo seco y llegándolos hasta su posición final con un mazo de latón o alguna herramienta adecuada.
3. Ya puestos los anillos póngales puntos de soldadura. PRECAUCIÓN; la penetración de soldadura debe ser mínima para evitar que los anillos a medida final se distorsionen.
4. Remueva los anillos del impulsor torneándolos hasta que tengan un espesor de 0.002" – 0.040".
5. Rompa los puntos de soldadura con un disco abrasivo, caliente los anillo de repuesto a 150° - 200° C, introdúzcalos rápidamente al impulsor y déjelos que se enfríen.
6. Por último para verificar las dimensiones de los anillos referirse a la tabla No. 2.

CAPITULO 6

6.1 LOCALIZACIÓN DE PROBLEMAS.

Los siguientes son los principales problemas que podemos tener en un equipo de bombeo y sus posibles consecuencias que podrían traer consigo:

El rotor roza

- a) Motor Sobrecargado.
- b) Desgaste excesivo de rodamientos.
- c) Sobrecalentamiento de rodamientos.
- d) Vibraciones.

Flecha flexionada

- a) Motor Sobrecargado.
- b) Desgaste excesivo de rodamientos.
- c) Sobrecalentamiento de rodamientos.
- d) Vibraciones.

Anillos de Desgaste

- a) Vibraciones.
- b) Bomba no produce presión de diseño.
- c) Bomba no da caudal de diseño.

Bomba gira en sentido contrario

- a) Bomba no produce presión de diseño.
- b) Bomba no da caudal de diseño.
- c) Bomba trabaja en vacío.

Bomba no cebada

- a) Bomba trabaja en vacío.

Altura de presión del sistema mayor que la de diseño

- a) Bomba no produce presión de diseño.
- b) Bomba no da el caudal de diseño.
- c) Bomba trabaja en vacío.

Impulsor dañado

- a) Vibraciones.
- b) Bomba no produce presión de diseño.
- c) Bomba no da el caudal de diseño.

Impulsor no balanceado

- a) Desgaste excesivo de rodamientos.
- b) Sobrecalentamiento de rodamientos.
- c) Vibraciones.

Baja velocidad

- a) Bomba no produce presión de diseño.
- b) Bomba no produce caudal de diseño.
- c) Bomba trabaja en vacío.

Alta velocidad

- a) Motor Sobrecargado.
- b) Cavitación.

Existencia de aire o gas en el líquido

- a) Cavitación.
- b) Vibraciones.
- c) Pérdida del gasto después del arranque.

Líquido más pesado que el requerido

- a) Motor sobrecargado.
- b) Cavitación.
- c) Bomba no produce presión de diseño.
- d) Bomba no produce caudal de diseño.

Líquido más viscoso que el requerido

- a) Motor sobrecargado.
- b) Cavitación.
- c) Bomba no produce presión de diseño.
- d) Bomba no produce caudal de diseño.

Entradas de aire en la succión

- a) Cavitación.
- b) Pérdidas del gasto después del arranque.
- c) Bomba no da el caudal de diseño.

Bolsa de aire en la succión

- a) Cavitación.
- b) Pérdidas del gasto después del arranque.
- c) Bomba no da el caudal de diseño.
- d) Bomba trabaja en vacío.

Tubería de admisión no llena de líquido

- a) Cavitación.
- b) Pérdidas del gasto después del arranque.

- c) Bomba no da el caudal de diseño.
- d) Bomba trabaja en vacío.

Tubería de admisión taponeada

- a) Pérdidas del gasto después del arranque.
- b) Bomba no da el caudal de diseño.
- c) Bomba trabaja en vacío.

Tubería de admisión no sumergida lo suficiente

- a) Cavitación.
- b) Pérdidas del gasto después del arranque.
- c) Bomba no da el caudal de diseño.
- d) Bomba trabaja en vacío.

Insuficiente altura de admisión

- a) Cavitación.
- b) Pérdidas del gasto después del arranque.
- c) Bomba no da el caudal de diseño.
- d) Bomba trabaja en vacío.

6.2 SOLUCIONES Y PREVENCIÓN.

De los problemas que pudiera tener el equipo de bombeo, descritos en el punto anterior, podemos tener su solución y su prevención para evitar que nuestro equipo pueda sufrir algún desperfecto.

El rotor roza

- a) Verificar alineamiento.
- b) Girar el equipo antes de ensamblar con el motor.

Flecha flexionada

- a) Revisar alineación del equipo.

Anillos de desgaste

- a) Revisar el claro entre anillos.
- b) Cambiar anillos cuando sea necesario.

Bomba gira en sentido contrario

- a) Revisar sentido de giro de la bomba antes de poner en marcha el equipo.
- b) Revisar sentido de giro del motor eléctrico antes de ensamblar el equipo.

Bomba no cebada

- a) Verificar que no exista entrada de aire al equipo
- b) Purgar el equipo antes de ponerlo en operación

Altura de presión del sistema mayor que la de diseño

- a) Verificar el sistema antes de operar el equipo.
- b) Verificar presión de succión.
- c) Verificar presión de descarga.

Impulsor dañado

- a) Revisar caudal de diseño.
- b) Revisar carga de diseño.
- c) Verificar presiones de succión y descarga.

Impulsor no balanceado

- a) Verificar la vibración del equipo.

- b) Revisar alineación del equipo.
- c) Revisar caudal de diseño.
- d) Revisar carga de diseño.
- e) Verificar presiones de succión y descarga.

Baja velocidad

- a) Revisar caudal de diseño.
- b) Revisar carga de diseño.
- c) Verificar presiones de succión y descarga.

Alta velocidad

- a) Verificar la vibración del equipo.
- b) Revisar alineación del equipo.

Existencia de aire o gas en el líquido

- a) Verificar la vibración del equipo.
- b) Revisar caudal de diseño.
- c) Revisar carga de diseño.

Líquido más pesado que el requerido

- a) Verificar el voltaje y el amperaje del motor
- b) Revisar caudal de diseño.
- c) Revisar carga de diseño.
- d) Verificar presiones de succión y descarga.

Líquido más viscoso que el requerido

- a) Verificar el voltaje y el amperaje del motor.
- b) Revisar caudal de diseño.

- c) Revisar carga de diseño.
- d) Verificar presiones de succión y descarga.

Entradas de aire en la succión

- a) Verificar la vibración del equipo.
- b) Revisar caudal de diseño.
- c) Revisar carga de diseño.

Bolsas de aire en la succión

- a) Verificar la vibración del equipo.
- b) Revisar caudal de diseño.
- c) Revisar carga de diseño.

Tubería de admisión no llena de líquido

- a) Verificar la vibración del equipo.
- b) Revisar caudal de diseño.

Tubería de admisión taponeada

- a) Verificar la vibración del equipo.
- b) Revisar caudal de diseño.

Tubería de admisión no sumergida lo suficiente

- a) Verificar la vibración del equipo.
- b) Revisar caudal de diseño.
- c) Revisar carga de diseño.

Insuficiente altura de admisión

- a) Verificar la vibración del equipo.
- b) Revisar caudal de diseño.
- c) Revisar carga de diseño.

6.3 FALLAS ATENDIDAS EN AREA DE BOMBAS

En la tabla 6.1 se hace una breve explicación de algunas fallas presentadas en algunas bombas de la refinería y se realiza una revisión del equipo, posteriormente se da el diagnostico en el cual de acuerdo a los procedimientos se efectuará su reparación.

EQUIPO NUM	FALLA	POSIBLES CAUSAS	PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA SU REVISION	DIAGNOSTICO	SOLUCIONES
BA111-A	Ruidos extraños en equipo	Rozamiento, partes sueltas	Equipo fuera de servicio, desenergizado, despresionado y purgado. retirar cubre-cople, revisar estado de acoplamiento, girar flecha de bomba y motor	Al girar flecha de bomba se escucha que son los rodamientos al parecer la pista se rompió, necesario cambio de rodamientos.	Bajar bomba para su reparación, cambio de rodamientos
BA203-C	Calentamiento o excesivo en caja de rodamientos	Falta de lubricación en rodamientos, desalineamiento de motor-bomba, deflexión de flecha.	Equipo fuera de servicio. Revisar sistema de lubricación este circule libremente, desacoplar y revisar alineamiento motor bomba	Al revisar alineamiento se observa un desalineamiento considerable.	Corregir alineación motor bomba, con un máximo en caras de .001 milésimas de pulgada y laterales de .001 y 002 milésimas de pulgada
BA107-A	Alta vibración	Desalineamiento, acoplamiento en mal estado, demasiado holgura en rodamientos, desbalanceo en impulsor y acoplamientos, deflexión en flecha.	Equipo fuera de servicio. Revisar alineamiento y checar claros de rodamientos. Revisar cabeceo de flecha.	Alineación bien, cabeceo en flecha sobre límite permitido, claros de rodamientos bien	Bomba y corregir deflexión de flecha en zona de cabeceo, realizar balanceo de impulsor y acoplamientos
BA2205-C	Fuga ligera de gasolina por sello	Sello calzado o sucio en caras de contacto de sello, sello con desgaste, sello	Equipo fuera de servicio, se observa un goteo ligero de gasolina por sello	Tratar de eliminar fuga sin bajar bomba, verificar carrera de sello	Dar más carrera a sello, inyectar vapor a caras de

		perdió carrera (compresión de las caras), sello roto.			sellos para su limpieza.
GA1234-B	Fuga excesiva de gasolina	Sello roto	Equipo fuera de servicio, depresionado y purgado. Desacoplar retirar líneas auxiliares, quitar tornillería para bajar bomba.	Sello roto	Bajar bomba para su revisión y reparación, cambio de sello.
GA1113-A	Baja presión y bajo flujo	Baja presión en succión de bomba, filtro tapado, anillos de desgaste con demasiada holgura, velocidad de accionador baja.	Revisión de filtro de succión, verificar con tacómetro velocidad de accionador.	Se limpió filtro, velocidad de accionador bien.	Continúa bajo flujo, necesario bajar bomba para revisión de claro de anillos.
GA2205-A	Cavitación	Baja presión de succión, filtro tapado	Revisión de filtro	Se encontró demasiadas impurezas en filtro	Limpieza de filtro de succión con producto solvente o vapor, sopletear con presión de aire
BA001-A	Fuga por junta de entredos	Falta de apriete en tornillería, o junta dañada	Equipo fuera de operación, realizar apriete y observar si la fuga continua	La fuga no se elimina	Necesario bajar bomba para cambio de junta
GA1111-C	bomba amarrada, no gira	Rodamientos fundidos, anillos de desgaste bloqueados, motor quemado.	Equipo fuera de servicio, desacoplar motor- bomba revisar libertad de giro de ambos.	Bomba giro libre, motor no posiblemente quemado o rodamientos fundidos.	Desanclar motor para su reparación
BA3456-B	Bomba con nula presión de descarga.	No hay líquido en succión, tuberías tapadas, filtro tapado, impulsor suelto.	Equipo fuera de operación, desacoplar motor-bomba, revisar filtro, revisar tuberías de succión, revisar giro de bomba	Presión de succión bien, filtro limpio, al girar bomba se siente suelto impulsor	Bajar bomba, para su reparación y fijar impulsor
GA-1212-A	Vibración moderada	Desalineamiento, cople roto, holgura en rodamientos, desbalanceo, anclaje de bomba floja, base de cimentación suelta	Equipo fuera de operación, revisión de alineamiento, estado de cople, giro libre de bomba de flexión o cabeceo de flecha, tornillería torquada	Alineación bien, cople bien, deflexión bien, base de cimentación suelta.	Demoler base de cimentación y volver a construir.

CONCLUSIONES

La implantación de un programa de mantenimiento preventivo es importante para el desarrollo óptimo de las actividades de una refinería, ya que se logra alcanzar una eficiencia y calidad en el trabajo y es la base para el adiestramiento y capacitación del personal en general y además permite inventariar todos los equipos de bombeo de la refinería en estudio.

Se elaboró este manual de mantenimiento, donde se desarrolla los diferentes procesos de un programa de mantenimiento preventivo.

El disponer de la información en estos programas, permitió establecer mecanismos de control que satisfacen las necesidades de mantenimiento preventivo, de igual forma eliminó la repetición de los trabajos a realizar y con esto tener costos más eficientes tanto de refacciones como de mano de obra.

La lubricación juega un papel muy importante en un programa de mantenimiento preventivo, ya que no se puede concebir éste, sin la aplicación del lubricante correcto, a intervalos de tiempo definidos, en el sitio exacto y en la cantidad apropiada, esto gracias a la implementación de programas y elaboración de formatos para tener un registro exacto de cada bomba.

Al detectar un problema, no sólo se debe cambiar la pieza afectada, sino se debe investigar las causas de dicha falla ya que en una bomba las piezas vienen ensambladas y esto causa un daño en serie afectando otras partes de la bomba.

Un excelente programa de mantenimiento preventivo establece los siguientes parámetros: optimizar los recursos disponibles de personal y equipos, mantener una provisión extra de repuestos y justificar en base a costos reales el reemplazo de equipos.

La aplicación de un apropiado programa de mantenimiento preventivo en una empresa, trae como consecuencia un importante ahorro en tiempo y dinero además se alcanza una disponibilidad de equipos, lo cual incrementará su productividad y su vida útil.

BIBLIOGRAFÍA

- “ Manuales de capacitación de bombas centrífugas Pemex ”, Tomo I, 2000.
- “ Sulzer, Mantenimiento bombas centrífugas “, 2013.
- “ Bimsa, Reparación y mantenimiento de bombas centrifugas “, 2005.
- “ Goulds pumps, Manual de instalación, funcionamiento y mantenimiento “. 10 edición, 2009.
- “ Manual de Bombas, Diseño, aplicación, especificaciones, operación y mantenimiento”, IGOR J. KARASSIK, WILLIAM C. KRUTZSCH, WARREN H. FRASER, McGraw Hill México, 2002.
- “ Bombas, Selección y Aplicación”, TYLER G. HICKS, CECOSA, 2000.
- “ Mecánica de Fluidos”, IRVING SHAMES, McGraw Hill, México, 2003.

ANEXOS

EN LAS SIGUIENTES IMÁGENES SE MUESTRA PASO A PASO, COMO SE REPARA UNA BOMBA CENTRIFUGA EN EL AREA DE TRABAJO.



ZONA DE CASA DE BOMBAS, SE REALIZARÁ UNA REPARACIÓN DE UNA BOMBA POR FUGA DE SELLO.



1. DESACOPLAR BOMBA, RETIRAR LINEAS AUXILIARES



2.- DESMONTAJE DE BOMBA



3.- REVISIÓN VISUAL DE INTERNOS DE BOMBA, IMPULSOR.



4.- RETIRAR TORNILLO SUJETADOR DE IMPULSOR.



5.- DESMONTAJE DE IMPUSOR, REVISIÓN DE ANILLOS ASÍ COMO SU DIMENCIONAMIENTO.



6.- DESMONTAJE DE ENTREDOS DE BOMBA.



7.- REVISIÓN DE SELLO MECÁNICO ESTACIONARIO, SE OBSERVA QUE LA FUGA FUE A CAUSA DE RUTURA DE ANILLO ELASTOMERO.



8.- REVISIÓN DE CARA DE SELLO DINÁMICO, O GIRATORIO



9.- REVISIÓN DE JUEGO AXIAL DE RODAMIENTOS. NO DEBE EXCEDER MÁS DE .003 MILÉSIMAS DE PULGADA.



10.- REVISIÓN DE CABECEO O DEFLEXIÓN EN ZONA DE IMPULSOR NO DEBE EXCEDER MÁS DE .003 MILÉSIMAS DE PULGADA.



11.- VERIFICAR PERPENDICULARIDAD DE BOMBA.



12.-VERIFICAR CONCENTRICIDAD DE FLECHA CON REPECTO A GUÍA DE ENTREDOS, O TAMBIÉN LLAMADO PARALELISMO.

EN ESTOS CONTRATOS DE TRABAJO, SE MUESTRAN LAS DIFERENTES CATEGORÍAS EN LAS QUE SE HA LABORADO.

