CCM
CONSEJO DE COMPETENCIAS MINERAS

Cuaderno del Instructor

Módulo 5: “Mantenimiento de bombas centrífugas”.

PFMME-3-01/V.1-[PE01-M05/v.1]

Una iniciativa de:

CONSEJO MINERO

Con la asesoría experta de:

Innovum | FCH FUNDACIÓN CHILE

Equipo Consejo Minero

Joaquín Villarino H., Presidente Ejecutivo
Carlos Urenda A., Gerente General
Christian Schnettler R., Gerente del Consejo de Competencias Mineras
José Tomás Morel L., Gerente de Estudios
María Cecilia Valdés V., Gerente de Comunicaciones
Sofía Moreno C., Gerente de Comisiones y Asuntos Internacionales
Claudia Díaz R., Jefe de Proyectos

Equipo Innovum Fundación Chile

Hernán Araneda D., Gerente
Diego Richard M., Director Programa Fuerza Laboral Minera
Rafael Pizarro G., Jefe de Proyecto Empresas
Susana Gallardo S., Especialista de Formación
Eduardo Soto S., Consultor Senior
Ignacio Riffo C., Consultor Senior
Álvaro Aguilar H., Consultor de Proyectos
Carolina Gutiérrez M., Consultor de Proyectos

Consejo Minero
Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago.
Teléfono: (562) 2347 2200
www.ccm.cl

Propiedad del Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero:

Este material es propiedad del Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero. Está disponible para instituciones que imparten formación en el ámbito minero en Chile, a las que se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos de este material para fines de formación, citando siempre al Consejo de Competencias Mineras del Consejo Minero y pudiendo incluso adaptarlo para satisfacer los requerimientos de los participantes. Se prohíbe la reproducción o adaptación con fines comerciales.

El uso del género masculino en esta publicación no constituye discriminación; tiene el sólo propósito de aligerar el texto cuando la redacción así lo exige.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS, QUEDA AUTORIZADA SU REPRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN CITANDO LA FUENTE. © Anglo American Norte S.A., Anglo American Sur S.A., Anglo American Chile Ltda.; Antofagasta Minerals S.A.; BHP Chile Inc.; Compañía Minera Barrick Chile Ltda.; Compañía Minera Cerro Colorado Ltda., Minera Escondida Ltda., Minera Spence S.A.; Compañía Minera Zaldívar Ltda.; Corporación Nacional del Cobre de Chile; Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM; Compañía Contractual Minera Candelaria, Sociedad Contractual Minera El Abra; FreeportMcMoran South America Inc.; Glencore Chile S.A.; SCM Minera Lumina Cooper Chile; Sierra Gorda SCM; Teck Resources Chile Ltda.; Yamana Chile Servicios Ltda.; 2013.

Consejo de Competencias Mineras – CCM:

El Consejo de Competencias Mineras (CCM) es una iniciativa de articulación entre las empresas mineras, cuyo fin es proveer información sectorial, estándares y herramientas que permitan al mundo formativo adecuar la formación de técnicos a la demanda del mercado laboral minero, tanto en términos cualitativos como cuantitativos. Con la asesoría experta de Innovum Fundación Chile, este organismo genera, con un enfoque sistémico, insumos para el mundo formativo, dando a conocer qué necesidades de capital humano tiene la minería y transfiriendo buenas prácticas para su formación.

El Consejo de Competencias Mineras – el primero de su naturaleza en el país – opera al alero del Consejo Minero. Fue formado en 2012 y cuenta con 12 empresas socias. A tres años de su creación, el CCM ha desarrollado una serie de productos y sistemas que han marcado un cambio de paradigma en la vinculación del mundo productivo con el de la formación para el trabajo, y han significado un aporte de fondo para el mejoramiento y la valoración de la educación técnico-profesional en el país, con un alcance que trasciende ampliamente a la sola industria minera.
Los Paquetes para Entrenamiento, son uno de estos productos. Se han creado además: Estudios de Fuerza Laboral, El Marco de Cualificaciones para la Minería (MCM), Marco de Calidad de Buenas Prácticas Formativas, Marco de Calidad para Instructores e impulsamos el apoyo sectorial al Sistema de Certificación de Competencias Laborales.

Si bien el Consejo de Competencias Mineras es una entidad privada, sus productos están concebidos como bienes públicos y gratuitos, de valor compartido para todos los estamentos de la sociedad en Chile. Toda la información y los productos generados por el CCM, además de un breve video explicativo, están disponibles en el sitio web: www.ccm.cl

El desafío que ahora enfrenta el CCM es que, tanto el mundo formativo como el minero, incorporen los estándares generados a sus procesos de negocio y a su quehacer diario. Esto generará una fuerza laboral más productiva y, por ende, mayor competitividad del país en el contexto internacional.

Contribución del CCM

Para trabajadores actuales y personas interesadas en trabajar en la minería:

- Mejor empleabilidad.
- Aprendizaje adecuado a los requerimientos del mercado.
- Acceso no sólo a un oficio, sino a rutas de formación y aprendizaje.

Para el sector minero:

- Mitigación de la escasez de personal, anticipándose al problema de manera coordinada y con visión de futuro.
- Mejora de productividad, al contar con más trabajadores preparados para los requerimientos de la industria, tanto propios como de proveedores.
- Mayor competitividad de esta industria, que repercute positivamente también en la competitividad del país.

Para las instituciones educacionales:

- Mejor empleabilidad de sus egresados.
- Mejor información proyectada a 8 a 10 años, para potenciar programas formativos en los oficios para los cuales se anticipa una mayor brecha de capital humano.
- Oportunidad para el reconocimiento de la industria respecto a su calidad formativa.

Para la comunidad y el país:

- Asignación más eficiente de fondos públicos de educación y capacitación, al tener identificados programas adecuados para satisfacer requerimientos del mercado.
- Disminución de la presión que se ejerce sobre otros sectores productivos por la demanda de trabajadores, al aumentar la cantidad de personas calificadas para la minería.

Índice

Descripción del documento 7
Módulo V: Mantenimiento de Bombas Centrifugas 8
1. Mantenimiento preventivo a bombas centrifugas 9
1.1 Mantenimiento preventivo a bombas centrifugas 9
1.2 Técnicas de mantenimiento predictivo 10
1.3 Problemas operacionales en bombas centrifugas 16
Actividad N° 16 19
2. Reemplazo de componentes 22
2.1 Tipos de bombas centrífugas 22
2.2 Componentes de bombas centrífugas 27
2.3 Desarme y arme de bombas centrifugas 38
2.4 Manuales técnicos 40
2.5 Planos mecánicos de bombas centrifugas 40
2.6 Procedimientos y métodos para el recambio de componentes de bombas centrifugas 42
Actividad N° 17 47
3. Instalación de bombas centrifugas 51
3.1 Fundamentos del bombeo 51
3.2 Curvas características de las bombas centrífugas. 52
3.3 Acoples de conjunto motor bomba 56
3.4 Alineamiento de conjunto motor bomba 58
3.5 Alineamiento de poleas 64
3.6 Lubricación de la caja de rodamientos 65
Actividad N° 18 67

Descripción del documento

El Cuaderno del instructor contiene la totalidad de los contenidos a utilizar por el instructor para el desarrollo del programa de formación de Mantenedor Mecánico Avanzado Equipos Fijos.

El documento está dividido en módulos, los cuales están organizados en secciones de temas y contenidos específicos.

El instructor, podrá, además, sugerir actividades como las que se indican a continuación:

- Charlas y/o reflexiones de seguridad.
- Discusiones o foros de debate.
- Reforzamientos.
- Actividades en terreno.
- Preparación para la evaluación final

Específicamente para las actividades relacionadas a tecnologías de comunicación audiovisual se entregarán links a modo referencial, sin embargo, el instructor tendrá la libertad de utilizar los recursos que estime conveniente a fin de lograr los objetivos planteados para la actividad.

Todo el material es susceptible de ser mejorado, adaptado o modificado en función de las características del grupo con el que se trabaje. Por ello se ha diseñado desde un enfoque flexible, que permite al instructor agregar recursos que enriquezcan algún contenido, favoreciendo también el aporte de los participantes, cuidando siempre de lograr los aprendizajes esperados de cada módulo.

Respecto de las evaluaciones se sugiere que éstas sean elaboradas por el instructor de acuerdo a los siguientes lineamientos

La evaluación de los módulos y sus contenidos debe estar compuesta por a lo menos 10 preguntas, las cuales deben ser extraídas del documento de evaluación de proceso.

Cada pregunta será evaluada con puntajes entre 0 y 10. La escala de calificación será de 0 a 100%. Considerando el 0% cuando el participante no tiene respuestas correctas y el 100% cuando posee la totalidad de respuestas correctas. La nota de aprobación de las evaluaciones de los distintos módulos corresponderá a un 75% de aciertos.

Módulo V: Mantenimiento de Bombas Centrifugas

1. Mantenimiento preventivo a bombas centrifugas

1.1 Mantenimiento preventivo a bombas centrifugas

Mantención preventiva

Durante la mantención preventiva de la bomba se debe inspeccionar lo siguiente:

1. Volumen y temperatura del líquido que se filtra por la empaquetadura
2. Nivel de aceite
3. Temperatura de los rodamientos y ruidos (análisis de la vibración)
4. Juntas y sellos en caso de filtraciones
5. Caudales en condiciones de funcionamiento

Figura 1

Mantención de rutina

La mantención de rutina consiste en el cambio de las piezas desgastadas sin mayor interrupción.

Cuando sea necesario, realice lo siguiente:

6. Sustituir la empaquetadura de compresión
7. Inspeccione y si es necesario, sustituya la camisa del eje
8. Cambie el aceite

Acondicionamiento de la bomba

El acondicionamiento de la bomba consiste generalmente en:

9. Inspección/sustitución del impulsor
10. Inspección/sustitución de anillos o platos de desgaste
11. Inspección/sustitución de eje y camisa del eje
12. Inspección del portaestopa y sustitución de la empaquetadura de compresión o del sello mecánico
13. Sustitución de todos los rodamientos y sellos

Preste atención a la condición y el tamaño del ajuste de las carcasas de espigotes, camisas, impulsores, y rodamientos. También, revise el desgaste del eje y el anillo de desgaste antes de apretar el impulsor.

Los fabricantes de bombas proveen:

14. Un dibujo que muestra las posiciones de todas las piezas.
15. Una hoja de información que muestra detalles tales como capacidad de la bomba, modelo, sello de empaquetadura y detalles de rodamientos.
16. Un manual de instalación y servicio que indica la rutina paso a paso para el acondicionamiento general.

1.2 Técnicas de mantenimiento predictivo

Mantenimiento predictivo

La detección temprana de los problemas que se pueden desarrollar, es fundamental para el mantenimiento preventivo. Sin embargo, existen problemas que son difíciles de detectar suficientemente temprano, o con precisión, para poder salvaguardar la eficiencia del equipo. Las técnicas del mantenimiento predictivo proporcionan los medios para identificar el deterioro que no es detectable mediante los cinco sentidos del hombre, y medir con precisión la cantidad de deterioro de tal forma que las partes se puedan cambiar en el momento óptimo. Si las partes se cambian muy tarde, sufre la eficiencia del equipo; si se cambian muy temprano, se generan costos innecesarios.

En el mantenimiento predictivo se evalúa la condición de las piezas con base en una variable, como la temperatura o la vibración. El seguimiento de dicha variable en el tiempo, establece una relación entre los cambios en la variable y el avance de las etapas del deterioro de la parte. Cuando la variable alcanza un nivel crítico o un límite de control, se cambia la parte porque, está acercándose al final de su vida útil.

En otras palabras, al hacerle seguimiento a una variable como la temperatura o la vibración, podemos predecir la falla de la parte con precisión. De ésta manera, las técnicas predictivas pueden hacer que el mantenimiento sea más efectivo y eficiente. Las partes que se deben cambiar son identificadas antes de que fallen, produciendo una pérdida de la eficiencia del equipo y, se cambian o ajustan antes que falle la parte o el equipo.

Figura 2

El Mantenimiento Predictivo se conoce a veces, con el nombre de Mantenimiento Basado en las Condiciones, puesto que las variables que se miden y las técnicas que se utilizan son muy parecidas. Sin embargo, existe una diferencia que vale la pena mencionar.

El Mantenimiento Predictivo implica la utilización de instrumentos que deben ser llevados al equipo, mientras que el Mantenimiento Basado en las Condiciones, se lleva a cabo con instrumentos que están montados permanentemente en los equipos. La diferencia es muy significativa en entornos de riesgo y en aplicaciones en las que es esencial un seguimiento continuo de las condiciones del equipo.

Algunas técnicas usadas en el Mantenimiento Predictivo son:

Inspección visual:
Es la forma más rápida y económica de verificar fallas en los componentes. Depende de la experiencia del inspector y de la luz.

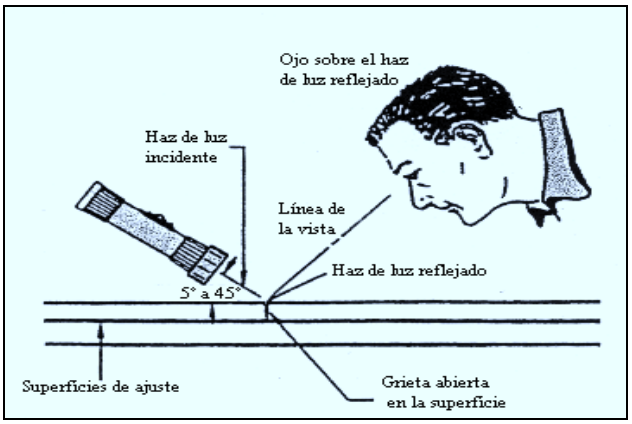


Figura 3

Líquidos Penetrantes

Estos se utilizan para detectar fisuras finas en piezas metálicas. Se debe limpiar la superficie que se va a inspeccionar y luego se aplica el líquido penetrante. La acción capilar hace que el líquido penetre en cualquier fisura que pueda existir. Las fisuras se pueden observar después de aplicar un revelador. Algunos de éstos líquidos penetrantes son visibles sólo con luz ultravioleta.

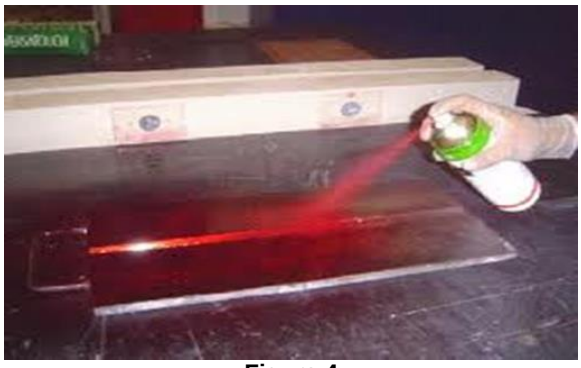


Figura 4

Ultrasonido

Las pruebas ultrasónicas se utilizan para localizar fisuras internas en piezas metálicas. Para hacerlo, se pasan ondas de sonido de alta frecuencia a través del objeto. Si existen fisuras internas, las ondas de sonido serán reflejadas al transmisor/receptor de una manera esporádica.

Figura 5

Análisis de Vibraciones.

Esta técnica está volviéndose muy popular en la medida en que se descubren nuevas aplicaciones. El análisis de vibraciones permite medir con precisión los pequeños cambios en la vibración de un equipo, en términos de frecuencia, desplazamiento, velocidad y aceleración. Un incremento en la vibración normalmente indica un deterioro de la parte. Si la información se almacena en un computador se puede construir una base de datos para hacerle seguimiento al avance del deterioro y calcular lo que le queda de vida a la parte.

Figura 6

Análisis de Aceite.

Los análisis rudimentarios de aceite implican tomar muestras del aceite y llevarlas a un laboratorio donde se utilizan varias técnicas para calcular la cantidad y tipo de partículas que contiene. Las técnicas contemporáneas evalúan el aceite en el sitio, con el objeto de detectar el deterioro del aceite, antes que se deteriore la parte que lubrica. Ahora, es posible hacer este tipo de prueba en el equipo mismo, en vez de hacerla en el laboratorio y se puede recoger información adicional. Por ejemplo, es posible hacer seguimiento a áreas de calor intenso o evaluar la eficiencia de un filtro, haciendo pruebas a la entrada y a la salida del mismo.

Figura 7

Termografía.

Esta técnica, también, está siendo aceptada ampliamente. Puede ser especialmente útil en la evaluación de equipos eléctricos. Puede ser especialmente útil en la evaluación de equipos eléctricos. La termografía analiza los patrones de calor. Las técnicas modernas incluyen fotografía infrarroja ya sea en fotos estáticas o en vídeo. La concentración del exceso de calor indica la presencia de un problema ocasionado por conexiones flojas o corroídas. También, se pueden detectar los puntos calientes en motores, rodamientos y equipos mecánicos. Además, la detección de calor excesivo en equipos eléctricos puede prevenir incendios.

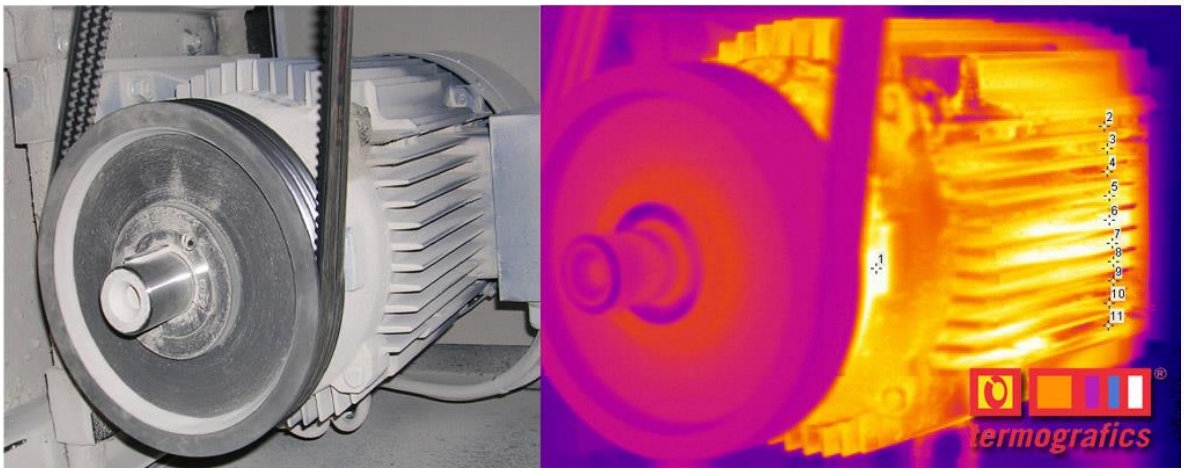


Figura 8

Una vez entendido el concepto del mantenimiento predictivo, las variables a las cuales se les hace seguimiento, pueden convertirse en indicadores útiles de los requisitos del mantenimiento. Por ejemplo, el incremento de presión dentro de un intercambiador de calor, puede indicar una acumulación de corrosión que pronto obstruirá completamente el mecanismo ocasionando una avería y una parada no programada. Haciéndole seguimiento al incremento de la presión y limpiando el intercambiador de calor, cuando se llega a un punto crítico, evita la parada.

Las técnicas predictivas dan soporte a las metas del mantenimiento preventivo y éste es un pilar del mantenimiento productivo total.

Parámetros de funcionamiento de una bomba

Funcionamiento defectuoso de la Bomba.

Una bomba que se encuentre operando en condiciones anormales generalmente se puede detectar mediante la inspección de ruido, temperatura, consumo de energía eléctrica, medición de vibraciones, medición de flujo y presión:

Temperatura

La temperatura en las bombas afecta desde los esfuerzos de los pernos y componentes en las tuberías hasta el alineamiento del eje de la bomba con el eje de motor, debido a la dilatación de los materiales. En algunos casos la excesiva lubricación de los rodamientos de la bomba produce un aumento de la temperatura, con ello se puede producir la separación del aceite de la base jabonosa e iniciar el deterioro del rodamiento por mala lubricación.

También, cuando se trabaja una bomba por mucho tiempo con la válvula de descarga cerrada se puede producir un pequeño aumento de la temperatura del fluido por su continuo batimiento.

Consumo de energía

Una forma de monitorear el trabajo de una bomba es a través del consumo de demanda del motor eléctrico. Generalmente una bomba centrífuga es accionada por un motor de corriente alterna de 220 o 380 Volt. Este voltaje se mantiene casi constante durante el funcionamiento de una bomba, salvo en aquellos casos donde la partida de grandes equipos produzca en forma momentánea una baja en la línea de alimentación.

Cuando la bomba genera más trabajo, o sea desplaza más caudal, fuerza al motor eléctrico a entregar mayor potencia que se refleja necesariamente en un aumento de la corriente medida en amperes. Es por ello que normalmente escuchamos a los operadores que un alza importante del amperaje es un indicador de problemas en el funcionamiento de la bomba. En algunos casos los roces mecánicos, por ejemplo, del impulsor con la voluta, también, producen un aumento de la corriente de consumo en el motor eléctrico.

En la actualidad existe una gran variedad de instrumentos que se emplean para estos fines, desde los más simples para una inspección hasta los más complejos y costosos que entregan un análisis detallado de todas las vibraciones en el equipo.

Medición de Flujo y Presión

Monitoreando los parámetros de flujo y presión en una bomba se puede determinar la eficiencia volumétrica de la bomba, y si, además, se conoce la potencia de consumo (mediante el motor eléctrico), es posible, también, determinar el rendimiento que tiene la bomba. De este modo, es posible conocer el aprovechamiento del equipo y determinar si se requiere ajustes para mejorar la eficiencia de la bomba.

Es muy importante verificar en forma periódica la presión de agua, el sello en las bombas que utilizan empaquetaduras, esta presión varía para cada bomba en particular pero normalmente se encuentra alrededor de 50 a 100 Kpa por sobre la presión de descarga de la bomba. Algunos fabricantes especifican el caudal mínimo para el agua de sello (ejemplo 17 L/min), y las condiciones del agua utilizada para este efecto como la dureza y el P.H.

1.3 Problemas operacionales en bombas centrifugas

Solución de averías en bombas centrífugas

La Tabla de las próximas páginas contiene consejos para solucionar problemas en bombas centrífugas

Tabla 4: Resolución de problemas en bombas centrífugas		
Problema	**Causa**	**Solución**
1. Bomba deja de entregar líquido	1. La bomba no está cebada 2. Velocidad de la bomba demasiado baja 3. Altura de descarga dinámica demasiado alta 4. Anillo anti-desgastes desgastados 5. Impulsor desgastado 6. Línea admisión tapada 7. Sentido erróneo del impulsor	1. Cebe la bomba 2. Aumente la velocidad variando la relación de transmisión 3. Levante la bomba 4. Sustituya anillo desgaste y ajuste el juego a la cantidad necesaria 5. Sustituya el impulsor 6. Limpie línea de admisión 7. Asegure dirección calce con la flecha de dirección en la bomba
8. Capacidad o presión reducida	1. Filtración de aire en la línea admisión 2. Filtración de aire a través del porta estopa 3. Insuficiente presión de admisión para la presión de vapor del líquido 4. Demasiado aire en el estanque de suministro	1. Revise si hay grietas en las conexiones de admisión y ajuste sustituya todas las empaquetaduras defectuosas 2. Sustituya empaquetadura 3. Aumente la carga o la altura de succión 4. Reduzca la turbulencia o instale deflectores
5. La bomba sobrecarga al engranaje motor	1. Velocidad es demasiado alta 2. Viscosidad del líquido 3. Diferente a la recomendada para la bomba	1. Reduzca la velocidad 2. Revise la hoja de especificaciones para la bomba, realice los cambios necesarios 3. Desconecte el motor y rote la bomba con la mano para encontrar el área de resistencia.

	4. Resistencia mecánica en la bomba	4. Repare las áreas.
5. La bomba vibra	1. Acoplamiento mal alineado 2. Fundación insegura 3. Impulsor desequilibrado porque un aspa está partida 4. Impulsor desequilibrado debido a excesiva cavitación 5. Eje doblado 6. Rodamientos desgastados	1. Realinear transmisión con bomba 2. Asegure pernos de montaje y si es necesario, vuelva a cementar 3. Reparar y sustituir impulsor y Rejilla en línea de admisión 4. Repare y sustituya impulsor y aumente presión de succión 5. Sustituya al eje 6. Sustituya los rodamientos
7. Carcasa de la bomba muestra desgaste	1. Se ha bombeando lodo abrasivo 2. Se ha bombeado productos químicos abrasivos	1. Reparar la carcasa por medio de soldadura o instalación de un inserto. 2. Sustituir la carcasa de la bomba con material más adecuado para el líquido que se bombea.
3. Excesivo desgaste en empaquetadura	1. Tipo de empaquetadura incorrecto 2. Eje rayado o áspero 3. Camisa del eje rayada o áspera 4. Abrasivos entre la empaquetadura y el eje debido a sellado defectuoso 5. Sobrecalentamiento	1. Sustituya con la calidad correcta 2. Reduzca diámetro del eje y después, use la empaquetadura correcta sustituya eje 3. Sustituya camisa del eje 4. Revise y corrija el sellado defectuoso 5. Asegúrese que el suministro de refrigerante al portaestopa esté funcionando. Asegúrese que la tuerca del portaestopas no esté muy apretada
6. Carcasa de la bomba dañada	1. Impacto	1. Examine las piezas internas por si hay daños o interferencia y repare o sustitúyalas si es

	2. Base dispareja 3. Congelación	necesario. 2. Repare orejas dañadas y vuelta a montar bomba correctamente 3. Examine la carcasa por si tiene rajaduras y repare. Acondicione la bomba antes de devolverla al servicio

Actividad N° 16

Realizar inspección preventiva a una bomba centrifuga

Introducción a la actividad

Los participantes guiados por el instructor, en formar grupal, de a pares o individual llevarán a cabo una inspección preventiva identificando fallas en bomba centrifuga.

Estrategias metodológicas para el instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Recurso Plataforma Web	
Explicación demostrativa en aula	
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de situaciones problemáticas	✓
Formulación de Preguntas	✓
Taller de trabajo	✓

Objetivo de aprendizaje

El objetivo de esta actividad es que los participantes después de observar un video inspeccionen de forma preventiva una bomba centrifuga en taller.

Descripción de la actividad

El instructor podrá realizar esta actividad en grupos, parejas o en forma individual, en sala de clases y taller. Solicitará a los participantes que observen y cumplan con todas las medidas de seguridad para la tarea.

Materiales y Recursos

- Elementos de escritorio
- Recurso audio visual
- Bomba centrifuga
- Kit de herramientas
- Elementos de aseo

Seguridad:

En todas las actividades de taller es necesario recordar los siguientes aspectos de seguridad:

- El uso obligatorio de implementos personales de seguridad dentro de taller
    - Casco
    - Lentes de seguridad
    - Zapatos de seguridad
    - Guantes de seguridad
    - Chaleco reflectante
    - Protector auditivo. Si aplica
- Identificar riesgos asociados a la trabajo a realizar.
- Consultar al instructor a cargo respecto a cualquier duda

Desarrollo de la Actividad

Los participantes observarán un video para que después en taller desarmen una bomba y realicen una inspección de los componentes aplicando técnicas de inspección de mantenimiento preventivo y dejar registradas en el informe las novedades encontradas.

El instructor deberá entregar los puestos de trabajo como, también, los elementos necesarios para el cumplimiento de la actividad

Participantes	**Fecha:**
Componente ensayado: Bomba centrifuga	
a) Inspección preventiva a una bomba centrifuga 17. Deberá de revisar la hoja de información que muestra detalles tales como capacidad de la bomba, modelo, sello de empaquetadura y detalles de rodamientos.	

18. Anotar la identificación de la bomba

19. Realizar inspección visual antes de desarmar la bomba por:
    1. Muestras de filtración a través de los sellos
    2. Condición de la bomba
    3. Filtración de aceite
    4. Inspeccionar nivel de aceite

20. Desarmar la bomba y realizar inspección de los componentes
    1. Carcasa en parte interior
    2. Impulsor
    3. Pernería
    4. Sellos los que correspondan
    5. Condición del aceite
    6. Condición de los rodamientos
    7. Alabes del impulsor por síntomas de cavitación
    8. Etc.

21. Anotar todas las novedades encontradas en este informe

Cierre

En función de los resultados, instructor retroalimenta a los participantes, destacando las fortalezas y brechas.

Instructor rescata las mejores prácticas y aquellas que deben ser reforzadas respecto a la técnica de mantención preventiva en bombas centrifugas, retroalimentando a los participantes respecto al estándar y criterios de evaluación.

2. Reemplazo de componentes

2.1 Tipos de bombas centrífugas

Bomba centrifuga

Es una máquina que emplea la fuerza centrífuga para desarrollar un aumento de presión en el movimiento de líquidos a una altura y tiempo determinados.

Figura 9

Principio de funcionamiento

Esta bomba depende de la fuerza centrífuga para cumplir su misión. Se denomina fuerza centrífuga a la fuerza que tiende a mover hacia fuera de su centro un cuerpo en rotación. Si ponemos a girar en círculos un balde con agua, la fuerza centrífuga mantiene el agua en el baldea pesar del movimiento; pero si abrimos un pequeño agujero en el balde y después, giramos rápidamente, el chorro de agua será expulsado a cierta distancia, así pues tendríamos una bomba centrífuga sencilla.

En una bomba centrifuga el líquido se arremolina rápidamente generando fuerzas que empujan el agua hacia fuera a través del orificio de salida localizado en el anillo exterior de la carcasa de la bomba.

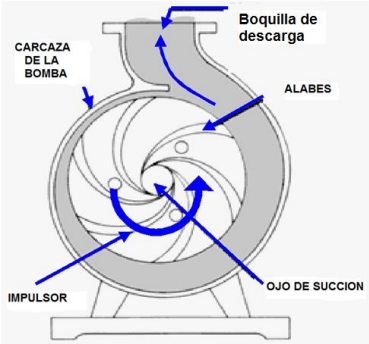


Figura 10

Tipos de bombas

Flujos en Bombas Dinámicas

Bombas de flujo radial
Las bombas de flujo radial impulsan el líquido radialmente desde la línea central del eje. La bomba centrífuga con cuerpo de caracol es el tipo más común dentro de esta clasificación.
Bombas de caracol (centrífugas)

En las bombas de caracol, el impulsor giratorio descarga el fluido hacia el interior de una cavidad en forma de espiral que se llama caracol. Este es el diseño de uso más amplio

Figura 11
Bomba de caracol

Bombas centrífugas difusoras
Los difusores se emplean en la carcasa de una bomba para crear varios caracoles. Los difusores son paletas estacionarias curvas dentro de la carcasa que redirigen el flujo del líquido. Las paletas dirigen el flujo hacia afuera, forzando de esta manera el líquido hacia la boquilla de descarga. Este tipo de bomba se llama bomba centrífuga difusora. La carcasa de su cámara puede ser simétrica.

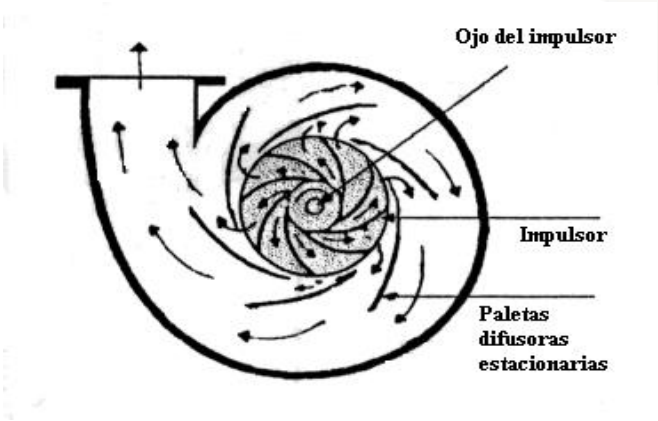


Figura 12
Bomba centrífuga difusora

Bombas de flujo axial

En las bombas de flujo axial, el impulsor mueve el líquido a través de la carcasa sin variar su dirección. El impulsor tiene paletas iguales a las de una hélice de un barco. La bomba desarrolla su altura por la acción de la altura de las paletas sobre el líquido, éste se mueve a través de la carcasa paralela al eje. Estas bombas generalmente se montan **verticalmente.**

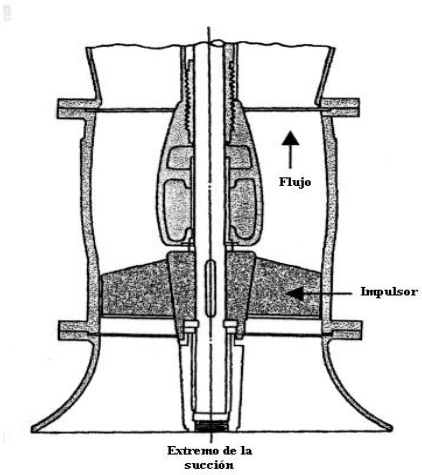


Figura 13
Bomba de flujo axial

Estas bombas tienen poca fuerza de succión y generalmente se instalan por debajo de la superficie del líquido que se bombea. Tienen un gran caudal de salida, pero su altura de descarga es relativamente pequeña.

Bombas de flujo mixto

Este tipo de bomba combina las características de una bomba de flujo radial con las de una bomba de flujo axial. Desarrolla su altura de descarga empleando tanto la fuerza centrífuga como la de elevación de las paletas sobre el líquido. Esta bomba se monta vertical u horizontalmente. Se usa en aplicaciones de baja altura y alta capa.

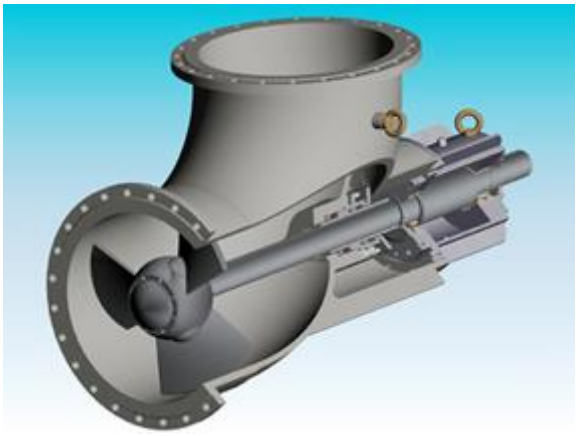


Figura 14

Bomba de flujo mixto

Bombas Multi-etapas

La presión desarrollada por una bomba centrífuga de un solo impulsor es limitada. Usualmente las bombas deberán desarrollar presiones de descarga mucho mayores que esta. Para lograrlo, las bombas son equipadas con varios impulsores conectados en serie, los que reciben el nombre de **bombas multi-graduales o multi-etapas.** La descarga de un solo impulsor se conecta a la succión del próximo y así sucesivamente.

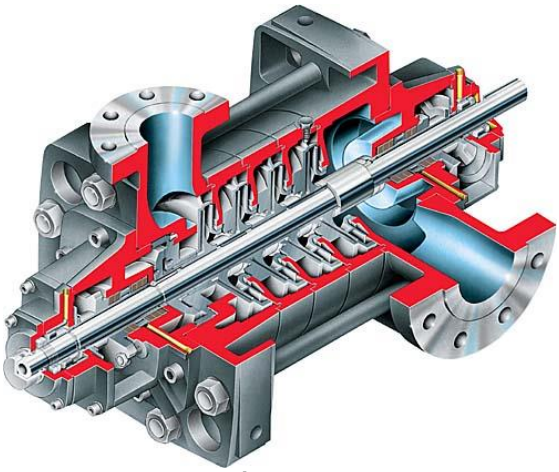


Figura 15

Bomba multi etapa

Bombas periféricas
En este tipo de bomba, el líquido penetra por la periferia del impulsor. La bomba lo energiza y lo descarga nuevamente hacia su periferia.

Figura 16
Bomba periférica

Bomba de turbina regeneradora
La bomba de turbina regeneradora es un ejemplo de bomba periférica. El impulsor de este tipo de bomba tiene una doble hilera de paletas que han sido cortadas en su anillo. El impulsor es posteriormente centrado en una ranura maquinada en la carcasa.

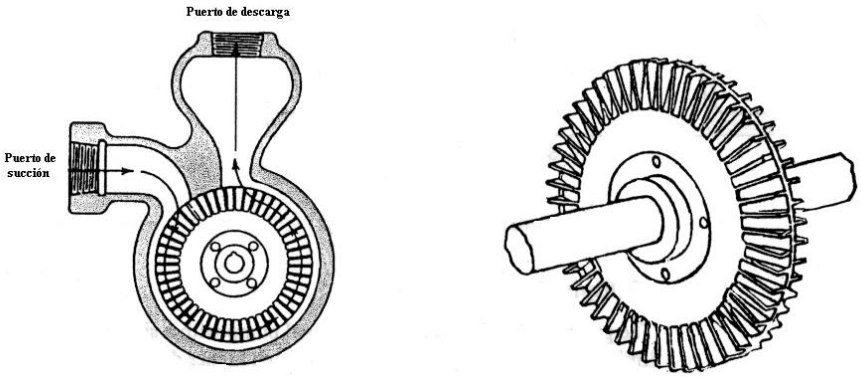


Figura 17
Bomba de turbina regeneradora

Estas bombas desarrollan alta presión en comparación con su tamaño, por lo que se usan en áreas reducidas. Son adecuadas para servicios donde se requiere una alta presión y baja capacidad. A menudo se utilizan como bombas alimentadoras de agua pequeñas calderas, como bombas de retorno de condensaciones y como bombas de circulación de agua caliente.

2.2 Componentes de bombas centrífugas

Partes constitutivas y características

Una de las ventajas más importantes de la bomba centrífuga es que tiene muy pocas partes móviles. Fuera de los cojinetes, la única parte movible es el rotor principal de la bomba. Observamos que un rotor lo constituye la unidad, árbol e impulsor.

Figura 18

Rotor de bomba centrífuga

Sin embargo, el mecánico requiere de conocer las partes de la bomba sobre las cuales efectuará acciones de mantenimiento.

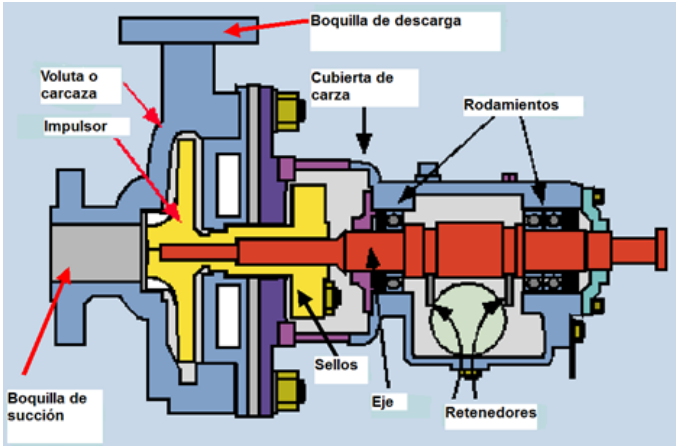


Figura 19

Partes principales de una bomba centrífuga

1.- impulsor
El impulsor es el corazón de la bomba centrífuga, recibe el líquido y le imparte una velocidad de la cual depende la carga producida por la bomba.

Los impulsores se clasifican según:

- Tipo de succión
  - Simple succión
  - Doble succión
- Dirección del flujo
  - Radial
  - Axial
  - Mixto
- Construcción
  - Abierto
  - Semiabierto
  - Cerrado

Impulsor de simple succión

En un impulsor de simple succión el líquido entra por un solo extremo, es más práctico y usado por razones de construcción, puesto que, simplifica considerablemente la forma de la carcasa

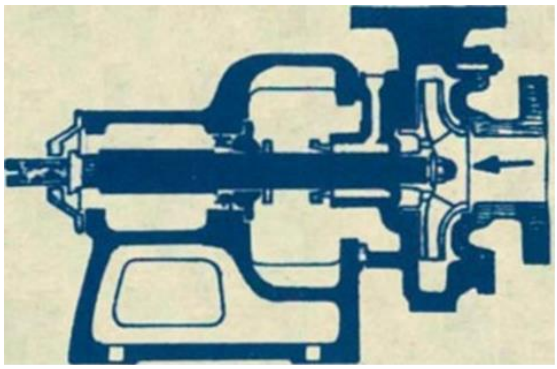


Figura 20

Impulsor de doble succión
Un impulsor de doble succión podría considerarse como uno formado por dos de simple succión puestos espalda con espalda. Es utilizado para grandes gastos; es preferible usar un impulsor de doble succión, puesto que, para la misma carga maneja el doble de gasto.

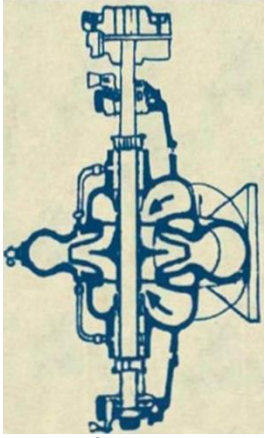


Figura 21

Impulsor cerrado para flujo radial.
Son impulsores con aspas de simple curvatura, diseñados para las presiones más altas con caudales pequeños, el impulsor tendrá un diámetro grande y poco espesor y con álabes curvados solamente en el plano de la rotación. Impulsan líquidos limpios sin sólidos en suspensión.

Impulsor cerrado para flujo axial
Figura 22

Impulsor mixto.
Con una mayor doble curvatura en los álabes que el modelo anterior constituye el clásico impulsor de flujo mixto, es decir; radial-axial, para caudales mayores y presiones relativamente similares se reduce el diámetro del impulsor, se aumenta el espesor o anchura del conducto. Se pueden manejar líquidos con sólidos en suspensión.

Impulsor mixto
Figura 23

Impulsor axial

Es el adecuado para grandes caudales y pequeñas presiones, tiene forma de hélice, son los de mayor velocidad específica, pocas aspas y pueden manejar líquidos con sólidos en suspensión de tamaño relativamente grande. Son especialmente adecuados para bombas de drenaje en ciudades.

Figura 24

Impulsor axial

Impulsor de flujo mixto abierto

Es un impulsor sin cubierta en las paletas, puede ser total o parcial en bombas pequeñas para líquidos abrasivos y sólidos.

Figura 25

Impulsor abierto

Impulsor Semiabierto

Un impulsor cuyas paletas están cubiertas por un solo lado. Evita la acumulación de materias extrañas que se bombean atrás del impulsor e interfieran con la operación de la bomba y del estopero.

Figura 26
Impulsor semi abierto

Impulsor cerrado
Un impulsor cuyas paletas están cubiertas por ambos lados; bombas para líquidos limpios.

Figura 27
Impulsor cerrado

2. La carcasa

La función de la carcasa en una bomba centrífuga, es convertir la energía de velocidad impartida al líquido por el impulsor en energía de presión. Esto se lleva a cabo mediante reducción de la velocidad por un aumento gradual del área.

Estas se clasifican así:

Según la manera de efectuar la conversión de energía

- Voluta
  - Simple
  - Doble
- Difusor

Según su construcción

- De una pieza
- Partida
  - Por un plano horizontal
  - Por un plano vertical
  - Por un plano inclinado

Según sus características de succión

- Simple
- Doble
- Succión por un extremo
  - Lateral
  - Superior
  - Inferior

Según el número de pasos

- De un paso
- De varios pasos

La carcasa tipo voluta.

Se llama así por su forma de espiral. Su área es incrementada a lo largo de los 360° que rodean el impulsor hasta llegar a la garganta de la carcasa donde conecta con la descarga.

Figura 28

La carcasa tipo difusor

Consiste en una serie de aspas fijas que además de hacer el cambio de energía de velocidad a presión, guían el líquido de un impulsor a otro. Su aplicación más importante es en las bombas de pozo profundo, que son bombas de varios pasos con impulsores en serie.

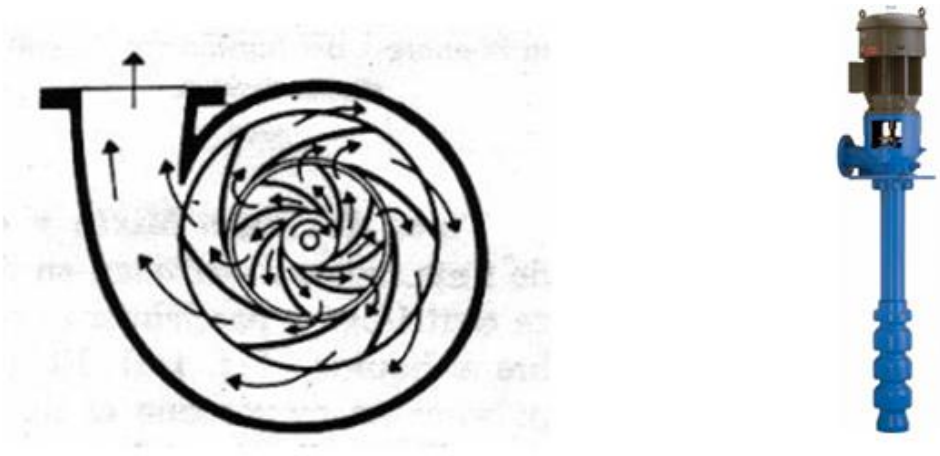


Figura 29
Carcaza tipo difusor

Bomba de pozo profundo

Según su construcción las carcasas, pueden ser de una sola pieza o partidas.

Las carcasas de una sola pieza deben tener una parte abierta por donde entra el líquido. Sin embargo, para poder introducir el impulsor, es necesario que la carcasa esté partida y ello puede ser a través de un plano vertical, horizontal o inclinado.

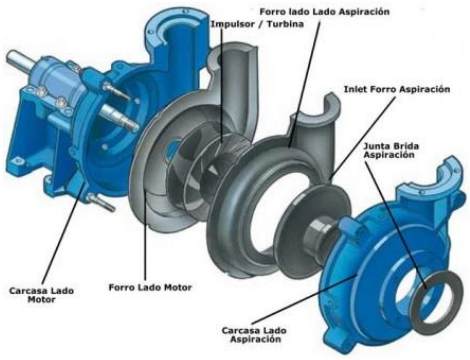


Figura 30
Carcasa partida

Las carcasas que están partidas por un plano horizontal tienen la gran ventaja que se pueden inspeccionar las partes internas sin tener que quitar las tuberías y se designan como bombas de caja partida. Se usan para abastecimientos de agua en grandes cantidades.

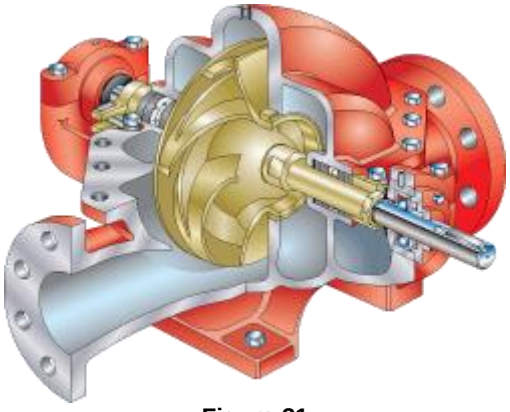


Figura 31
Bomba de carcasa dividida

Según sus características de succión, las carcasas pueden ser de simple a doble succión, correspondiendo a las características del impulsor que succionará por uno o ambos extremos.
Las carcasas se construyen en su gran mayoría de hierro fundido; sin embargo, éste tiene limitaciones debido a su baja resistencia a la tensión, por lo cual no se puede usar ni para altas presiones ni altas temperaturas donde deberán usarse materiales como acero, el cual con menores espesores podrán soportar presiones mayores. Raras veces se usan carcasas de hierro para presiones mayores de 1.000 lb/pul2 y temperaturas superiores a 350°F. También, se utiliza acero inoxidable y bronce en la construcción de las carcasas.

3.- Ejes

El eje de un bomba centrífuga es el soporte de todos los elementos que giran en ella, transmitiendo, además, el movimiento que le imparte el eje del motor. En el caso de una

bomba centrífuga horizontal, el eje es una sola pieza a lo largo de toda la bomba; pero en las bombas de pozo profundo existe un eje de impulsores y después una serie de ejes de transmisión unidos por un acople que completan la longitud necesaria desde la última carcasa hasta el cabezal de descarga.

Los ejes generalmente son de acero, modificándose únicamente el contenido de carbono según la resistencia que se necesite. En el caso de las bombas de pozo profundo, los ejes de impulsores son de acero inoxidable con el 30% de cromo.

"Camisas de los ejes"
Debido a que el eje de una bomba es bastante costoso y en la sección de los empaques o de los apoyos hay desgaste, se necesita poner una camisa de eje que tiene por objeto proteger el eje y ser una pieza de cambio, sobre la cual trabajan los empaques. Las camisas son de latón o acero inoxidable.

Eje de bomba Camisas de eje revestidas en cerámica

Figura 32

Anillos de desgaste

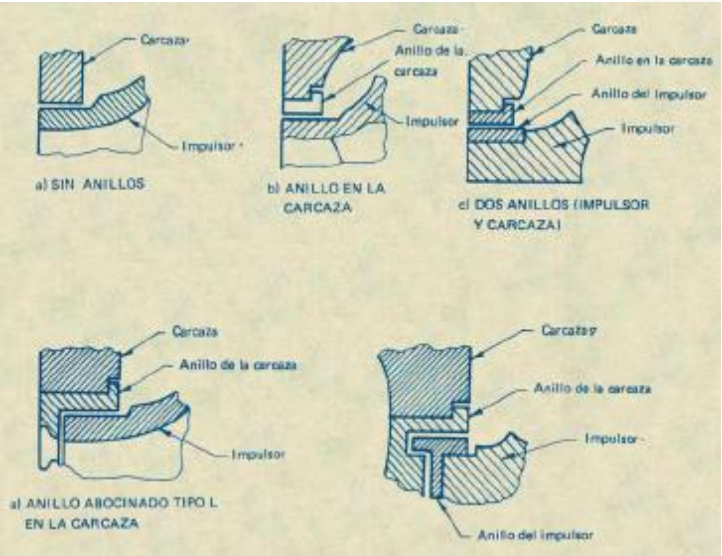


Figura 33

La función del anillo de desgaste es el tener un elemento fácil y barato de remover en aquellas partes en donde debido a las cerradas holguras que se producen entre el impulsor que gira y la carcasa fija, la presencia del desgaste es casi segura. En esta forma en lugar de cambiar todo el impulsor o toda la carcasa, solamente se quitan los anillos, los cuales pueden estar montados a presión en la carcasa o en el impulsor o en ambos.

Estoperos-empaques-prensa estopas

A) B)

Figura 34

Materiales obturadores deformables para empaquetaduras de prensa estopas.

1. Empaquetadura anular formada mediante presión y provista de una junta para facilitar el montaje;
2. Empaquetadura de cuerda trenzada para llenar la cámara correspondiente de prensa.

La función de estos es evitar el flujo hacia afuera del líquido bombeado a través del orificio por donde pasa el eje de la bomba y el flujo del aire hacia el interior de la bomba. El estopero es una cavidad concéntrica con el eje donde van colocados los empaques; prácticamente en todos los estoperos se tendrá que ejercer una cierta presión para contrarrestar o equilibrar la que ya existe en el interior de la bomba. En el estopero se coloca junto con la empaquetadura una "jaula de sello", a través de la cual se le hace llegar de la parte exterior un lubricante que actúa como refrigerante.

La prensa-estopa se encarga de hacer presión sobre los empaques; es una pieza metálica que se mueve por medio de tornillos.

Los materiales usados como empaques en las bombas centrífugas pueden ser diversos, los más usados son:

- Empaque de asbesto, es suave y aconsejable para agua fría.
- Para presiones y temperaturas más altas puede usarse una mezcla de fibras de asbesto y plomo o bien plástico. Sin embargo, estos empaques se usan para otros líquidos diferentes de agua, en procesos industriales químicos y de refinación.
- Para sustancias químicas se utilizan empaques de fibras sintéticas como el teflón, que da excelentes resultados.

4.- Sellos mecánicos

En aquellos casos en que se usa el empaque convencional y prensa estopas debe dejarse un pequeño goteo, puesto que, de otra manera el calor y fricción generada sobre el eje es muy grande, dañando y haciendo que el motor tome más potencia.
Sin embargo, hay ocasiones en que se desea que no se produzca ninguna fuga, o bien el líquido ataca a los empaques haciendo que su cambio sea frecuente. En estos casos se usa un "sello mecánico" que consiste en dos superficies perfectamente pulidas que-se encuentran en contacto una con otra; una de ellas es estacionaria y se encuentra unida a la carcasa, mientras que la otra gira con el eje.

Los sellos mecánicos son dispositivos creados para evitar por completo las fugas. Normalmente tienen el mismo sitio de ubicación de las empaquetaduras convencionales.

Figura 35

O sea, el sello mecánico se hizo para reemplazar a la empaquetadura, cabe en el estopero de las bombas centrífugas y rotatorias. No puede ser usado en un eje de bombas reciprocantes.

Los sellos mecánicos tienen las siguientes ventajas sobre las empaquetaduras:

- Evita totalmente el goteo por lo tanto no se pierde sustancia bombeada.
- Las bases de las bombas son más fáciles de limpiar.
- Los costos de empaquetadura se reducen.

Sin embargo, tienen también sus desventajas:

- El lubricante se derrama en abundancia cuando los sellos están malos.
- Únicamente personal entrenado puede instalar sellos.
- No sirven para todos los líquidos.

2.3 Desarme y arme de bombas centrifugas

Si se siguen unas cuantas instrucciones al armar y desarmar la bomba se pueden economizar tiempo, trabajo y problemas. Estas instrucciones son aplicables a toda clase de bombas.

Al desarmar la bomba

- No es necesario desconectar la tubería de succión o de descarga ni cambiar la posición de la bomba.
- La tubería auxiliar debe desconectarse sólo en los puntos en que sea necesario para quitar una parte, excepto cuando hay que quitar la bomba de la base.
- Después de haber desconectado la tubería, debe amarrarse un trapo limpio en los extremos o aberturas del tubo para evitar la entrada de cuerpos extraños.
- Emplear siempre un extractor para quitar un acople del eje.
- Las camisas del eje tienen roscas para apretarle en sentido contrario a la rotación del eje.

Después de desarmar la bomba

Antes de hacer la inspección y el chequeo, limpie las partes cuidadosamente. Los residuos gomosos y espesos pueden quitarse a vapor. El lodo, el coque o depósitos de sustancias extrañas similares a las anteriores pueden quitarse por medio de un chorro de arena, trabajo que se hace cuidadosamente para que no forme huecos ni dañe las superficies labradas de la máquina.

Armado de la bomba

La bomba hidráulica es una máquina construida con precisión. Las tolerancias entre las partes giratorias y las estacionarias son muy pequeñas y debe ejercerse el mayor cuidado para ensamblar adecuadamente sus partes con el objeto de conservar estas tolerancias. El eje debe estar completamente recto y todas las partes deben estar absolutamente limpias. Un eje torcido, mugre o lodo en la cara del eje impulsor, o sobre la camisa de un eje puede ser causa de fallas o daños en el futuro.

Los impulsores, las camisas del espaciador y las del eje constituyen un ensamblaje resbaladizo bastante ajustado al eje. Debe usarse una pasta delgada de aceite al ensamblar estas partes en el eje.

Acople de bomba hidráulica

Los acoples de bomba, excepto los de tipo roscado, constituyen un ajuste que se encogerá ligeramente sobre el eje; con el objeto de ensamblar el acople con facilidad y precisión, el acople debe expandirse calentándolo a 300°F, en un baño de aceite y ensamblarse con el eje mientras está caliente.

2.4 Manuales técnicos

Manuales Técnicos
Un manual técnico es aquel que va dirigido a un público con conocimientos técnicos sobre algún área específica.
En el manual se encuentra información acerca de cuestiones "técnicas" de un producto, por ejemplo, condiciones para la instalación de la máquina, la descripción de los materiales, de qué está hecho, información de operación, números de parte de piezas de desgaste, instructivo de uso, instructivo de mantenimiento, dibujos de despiece, etc.

En un manual que explica cómo se realiza un proceso paso a paso, es decir, describe detalladamente lo que debes de hacer paso por paso

El manual técnico se refleja el diseño del proyecto, la codificación de la aplicación y las pruebas realizadas para su correcto funcionamiento

El principal objetivo es el de facilitar el desarrollo, corrección y futuro mantenimiento de la aplicación de una forma rápida y fácil.

Es imprescindible que todo mantenedor siempre que realice un mantenimiento a las bombas centrifugas trabaje y consulte el manual técnico antes, durante y después del trabajo a realizar, evitando pérdidas de tiempo, mala instalación y problemas que pueden resultar en un accidente o incidente, muchas veces con consecuencias fatales.

2.5 Planos mecánicos de bombas centrifugas

Los planos son instrucciones que van dirigidas principalmente al personal de mantenimiento y reparación de las bombas, en donde se muestran las partes de la bomba, los nombres y dimensiones de los componentes.

Estos indican el correcto montaje y desmontaje de las bombas, el que debe ser realizado por personal experto quienes deben proceder a las operaciones después de leer atentamente las instrucciones.

Por lo general, estos planos van acompañados con el manual de mantenimiento y operación de las bombas centrífugas, que son una guía para el correcto funcionamiento, mantenimiento y reparación de las bombas.

A continuación se pueden apreciar algunos tipos de planos de bombas centrifugas

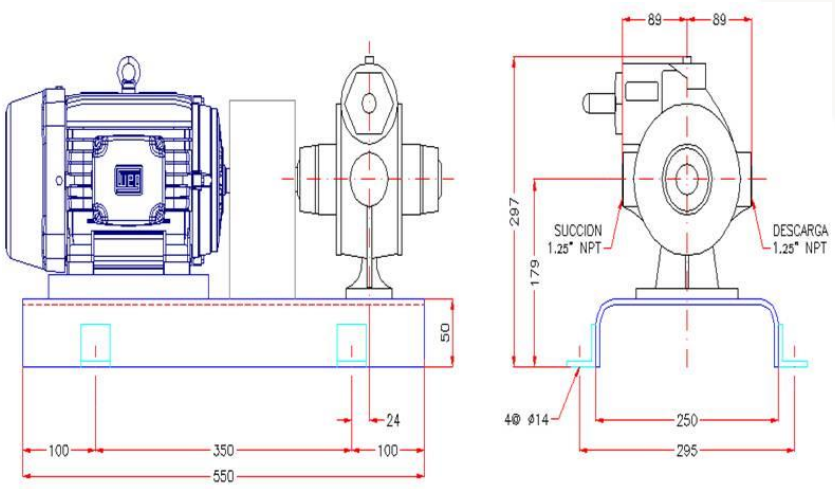


Figura 36

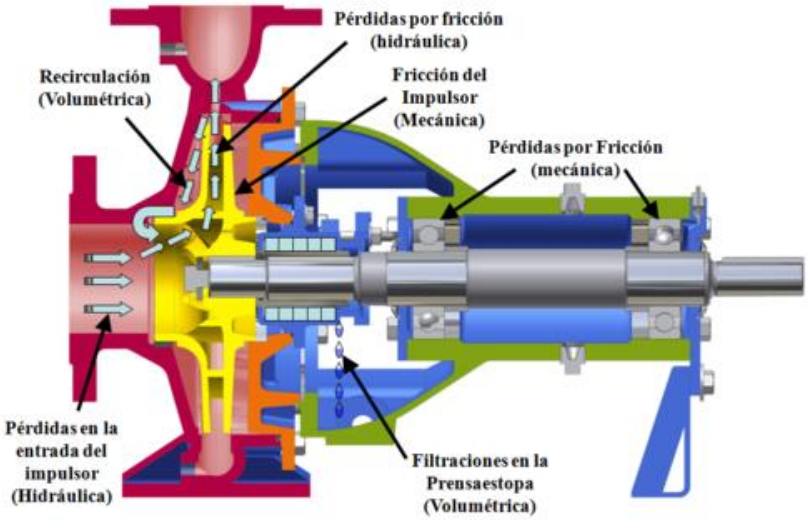


Figura 37

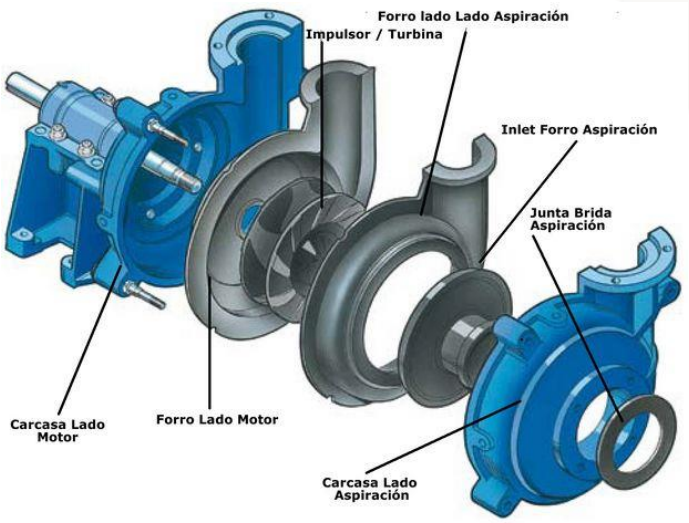


Figura 38
Tipos de planos de bombas centrifugas

2.6 Procedimientos y métodos para el recambio de componentes de bombas centrifugas

El funcionamiento normal de las bombas se obtiene debido a la eficacia con que el mecánico resuelva cada uno de los problemas de mantenimiento que a continuación detallamos:

Empaquetaduras

El recambio consiste generalmente en reponer los empaques, con el siguiente procedimiento:

Paso 1: Remueva la empaquetadura vieja con un gancho de material blando (para evitar rayar la camisa).

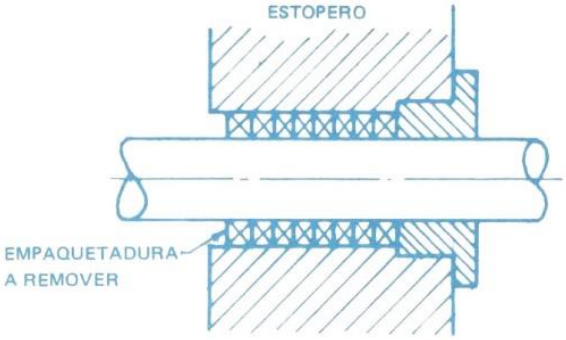


Figura 39

Nunca trate de agregar uno o dos empaques nuevos a uno viejo. Esto es falsa economía y daña los empaques nuevos

Paso 2: Asegúrese que el eje quede bien alineado axial y radialmente y sin rayaduras en la camisa. En las bombas centrífugas el eje no debe tener una excentricidad mayor a 0.003".

Figura 40

Paso 3: Seleccione la empaquetadura. Aunque esta selección la realiza el jefe de taller o el ingeniero, sin embargo, el mecánico debe saber que ésta se escoge según la naturaleza del líquido, así por ejemplo: Aceite caliente, ácidos concentrados, solventes, agua fría, vapor, soda cáustica, amoníaco, etc.

Figura 41

Paso 4: Determine la dimensión de la empaquetadura.

a. Mida la caja del estopero (O)
b. Reste el diámetro de la camisa (d) y divida por dos.
   No se debe adivinar en la medida.

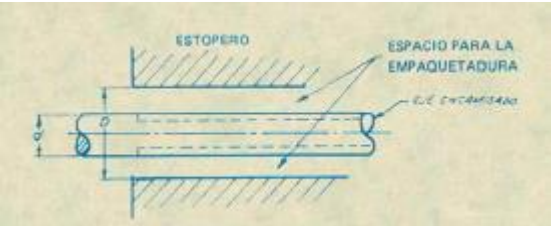


Figura 42

Paso 5: Ajuste la empaquetadura alrededor de la camisa, haciendo un resorte de tracción y corte los extremos en forma diagonal a recta.

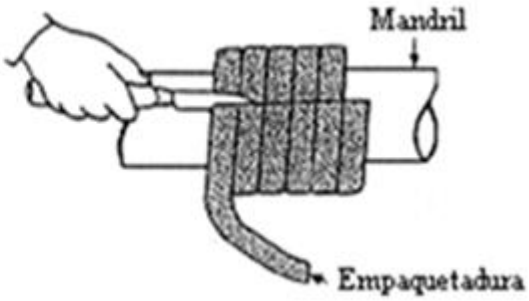


Figura 43

Paso 6: Monte los aros.
Este montaje se puede hacer en dirección axial si el eje está libre desde su extremo, o radial para el caso contrario; este último se recomienda para evitar la deformación del anillo

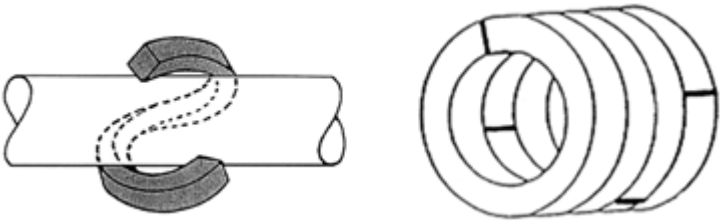


Figura 44

Asiente cada anillo en la caja antes de instalar el siguiente. Escalone las uniones de éstas a 90° si consiste de 4 anillos o más, a 120° si son tres anillos

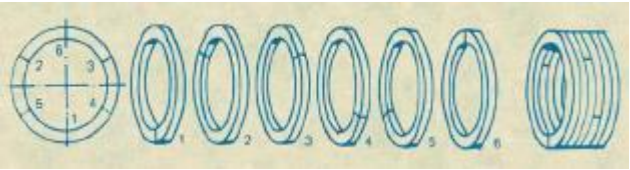


Figura 45

Al montar la empaquetadura tenga en cuenta que el buje interno para la conducción de la lubricación tenga el orificio alineado con la entrada en la caja

Paso 7: Monte y fije el prensa-estopas

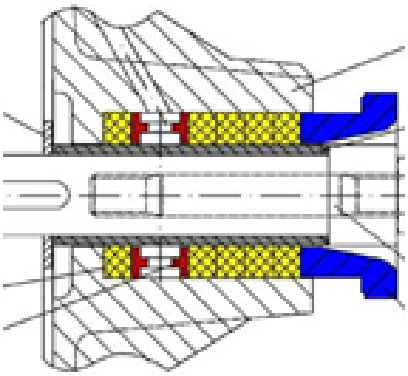


Figura 46

Se conoce una forma de apretar el prensa-estopas para evitar escapes excesivos a cambio de un goteo normal. Si está goteando mucho por la unión, apriete cada tuerca hexagonal solamente un plano; esto corresponde a la sexta parte de una vuelta. Luego espere unos diez minutos. ¿Para qué? Para dar a la empaquetadura tiempo de ajustarse y reducir el escape excesivo.

Después de 10 minutos la empaquetadura se ha distribuido en la caja prensa estopas y usted puede apretar las tuercas otro plano si el escape es todavía excesivo.

Paso 8: Almacene la empaquetadura en un sitio limpio y fresco en un envase original para fácil identificación y para evitar contactos con otros materiales.

La empaquetadura que se saca deberá examinarse con el objeto de obtener toda la información que sea posible sobre la camisa del desgaste del empaque.

Algunos de los síntomas más frecuentes encontrados son los siguientes:

- Desgaste excesivo en los anillos más cercanos al prensa-estopas mientras que las del fondo permanecen en buen estado, se debe a un apriete excesivo en la empaquetadura en un ajuste o por no insertar los anillos uno a uno y empujar- lo hasta el lugar antes de insertar el siguiente.
- El demasiado apriete es la causa principal de calentamiento y fallas de la empaquetadura.
- El carboneo o lustrado de la circunferencia interior de los empaques es causado por el calor excesivo, lubricación insuficiente o material del empaque inadecuado para las condiciones de presión y temperatura.
- El desgaste de la circunferencia exterior del anillo ocurre cuando giran dentro de la caja del estopero.
- El desgaste marcado en una porción de la circunferencia interior puede ser causado por cojinetes excesivamente gastados o el giro excéntrico del eje.
- Si algunos anillos se cortan muy escasos o se escogen excesivamente, los anillos adyacentes se hincharán y se deforman en el espacio abierto.

1) Inspeccione la bomba

La caja de la bomba y el impulsor se deben inspeccionar periódicamente, según las condiciones de servicio, de ser necesario se deben quitar las materias extrañas y obstrucciones. Cerciórese que los orificios del impulsor estén libres.

2) Cojinetes y lubricación

La vida de cualquier cojinete depende del cuidado que se le dé, aplicación de lubricante apropiado para tal fin (repasar clasificación de los lubricantes).

3) Cuidados con el motor

Mantenga limpio el motor, observe el calentamiento, revisar el estado de las escobillas en los monofásicos de corriente directa.

Actividad N° 17

Realizar desarme y armado de una bomba centrifuga

Introducción a la actividad

Los participantes guiados por el instructor, en forma individual, de a pares o en forma grupal realizarán el desarme y arme de una bomba centrífuga, identificando sus componentes y funciones.

Estrategias metodológicas para el instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Recurso Plataforma Web	
Explicación demostrativa en aula	
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de situaciones problemáticas	✓
Formulación de Preguntas	
Trabajo en taller	✓

Objetivo de aprendizaje

Realizar el arme, desarme de una bomba centrífuga identificando sus placa.

Descripción de la actividad

El instructor podrá realizar esta actividad en forma individual, en taller. Solicitará a los participantes que observen y cumplan con todas las medidas de seguridad para la tarea.

Materiales y Recursos

- Bombas centrifugas
- Kit de herramientas
- Manual de la bomba
- Elementos de aseo

Seguridad:

En todas las actividades de taller es necesario recordar los siguientes aspectos de seguridad:

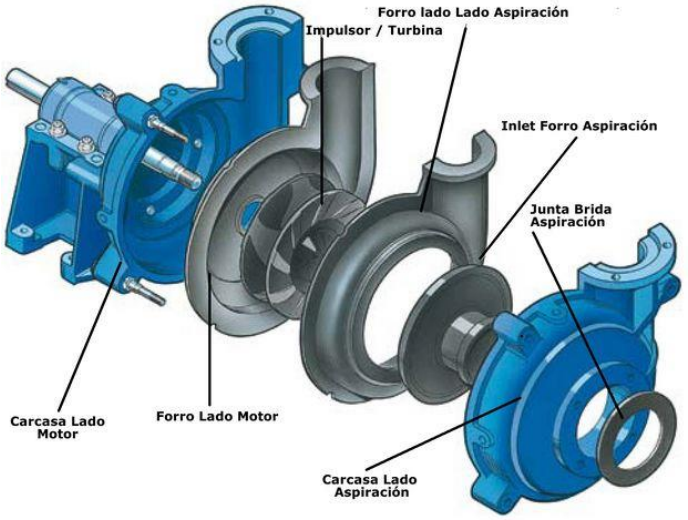
- El uso obligatorio de implementos personales de seguridad dentro de taller
    - Casco
    - Lentes de seguridad
    - Zapatos de seguridad
    - Guantes de seguridad
    - Chaleco reflectante
    - Protector auditivo. Si aplica
- Identificar riesgos asociados al trabajo a realizar.
- Consultar al instructor a cargo respecto a cualquier duda

Desarrollo de la Actividad

Los participantes en una bomba centrífuga deben identificarla a través de su placa, realizar desarme, arme y explicársela a sus compañeros a través de disertación.

Los participantes deben responder a las preguntas entregadas por el instructor en el informe siguiente donde anotaran las respuestas.

Participantes	**Fecha:**
Componente ensayado: Bomba centrifuga entregada por el instructor Ejemplo de una bomba centrifuga.	



Los participante debe responder

Actividad	Descripción
Tipo de Bomba	Bomba de desplazamiento no positivo
Clasificación	Bomba centrifuga
Empleo de la Bomba	Bomba usada para fluidos abrasivos
Capacidad de la Bomba	Ver capacidad en placa de la bomba
Revoluciones (RPM)	Ver RPM en placa de bomba
Identificación en placa	Se debe anotar las especificaciones duque salen la placa de la bomba
Tamaño (Suc-Desc-Imp.)	Medir con pie de metro succión, descarga e impulsor
Tipo de impulsor	Impulsor cerrado
Funcionamiento	Explicar el funcionamiento
Sistema de lubricación	Explicar el sistema de lubricación correspondiente
Tipo de sellado	Ver si es por prensaestopas o sello mecánico

Desarme de la bomba	Realizar el desarme y explicar el paso a paso realizado
Disertación de los participante por grupo	Disertación de su bomba a los otros grupos
Arme de la bomba	Realizar el arme de la bomba y escribir el paso a paso realizado
Realizar housekeeping	Housekeeping del area
Conclusiones de la actividad El participante debe anotar las conclusiones de la actividad	
Fotografía del componente Si es posible	Nombre Inspector : _____ Firma Inspector : _____

Cierre de Actividad

En función de los resultados, instructor retroalimenta a los participantes, destacando las fortalezas y brechas.

Instructor rescata las mejores prácticas y aquellas que deben ser reforzadas respecto al arme y desarme de bombas centrifugas, retroalimentando a los participantes respecto al estándar y criterios de evaluación.

3. Instalación de bombas centrifugas

3.1 Fundamentos del bombeo

Eficiencia de bombeo

Cebado
A menudo se emplea esta palabra para describir el retiro del aire en la línea de succión; pero, además, se debería incluir la bomba para producir un cebado más efectivo. Podemos concluir entonces que el cebado de una bomba es "*llenar con fluido la línea de succión y la bomba.*"

Figura 47
Bomba no cebada

Todas las bombas que tienen succión negativa, vale decir, que la bomba se encuentra por sobre el nivel de fluido en la succión, tienen algún sistema para cebarla, algunos sistemas son orificios con tapones en las partes superiores de la bomba, pequeños depósitos de conexión o sistemas más sofisticados.

Presión de vapor
Se forma vapor si la presión en el lado de succión de la bomba cae por debajo de la presión de vapor del líquido. Esto puede detener parcial o totalmente el flujo del líquido hacia la bomba. Se dice entonces que la bomba está pegada por presión. Esta caída de presión puede ocurrir como resultado de una insuficiente altura de succión, una alta succión, una excesiva altura de fricción o a la alta temperatura del líquido.

Cavitación
La cavitación se produce cuando se trata de desalojar un caudal mayor que el que está entrando. Esto produce una brusca baja de presión en el agua del interior del rodete por lo que esta hierve a temperatura ambiente y las burbujas producidas chocan cómo arena contra los impulsores, erosionándolos.
Una explicación más específica es que si la presión al interior de una bomba centrífuga cae por debajo de la presión de vapor, se forman burbujas de vapor. Las burbujas fluyen con el líquido hasta que ellas alcanzan un área de mayor presión (normalmente en el área exterior del impulsor). Después colapsan, produciendo una onda de choque.

Durante la cavitación, las burbujas se colapsan (implosión). El líquido de repente llena el espacio, golpeando y erosionando la superficie. Esta acción produce vibración y una operación ruidosa. Si continúa, esta erosión hace que el impulsor se desequilibre, lo que produce la destrucción mecánica de la bomba (falla de rodamiento).

El ruido o sonido de bolitas mientras la bomba trabaja no sólo se puede deber a cavitación, sino también que a aireación. Ambos efectos producen el mismo tipo de daños en los componentes metálicos que deja zonas erosionadas que se presentan como pequeñas perforaciones unas al lado de otras, similares a la superficie de una esponja.

Figura 48

Efecto de cavitación en bomba

Para eliminar la cavitación es necesario aumentar la presión de succión o disminuir la temperatura, evitando que la bomba trabaje a la presión de vapor del fluido que desplaza. La presión se puede aumentar al disminuir la altura de levantamiento de succión, también disminuyendo las pérdidas por fricción en la succión. Es importante evitar cualquier pérdida por roce en válvulas y codos en la succión, la entrada debe ser lo más directa posible.

Algunas instalaciones tienen válvulas en las líneas de admisión, sobre todo en aquellas bombas que tienen una altura de cabeza de succión, para asegurar el cambio y mantenimiento de la bomba sin problemas ni riesgos.

Bajar la temperatura del fluido se puede lograr mediante intercambiadores de calor; pero esto no siempre es posible debido a que muchos fluidos se deben transportar a temperaturas altas, como por ejemplo, algunos petróleos, etc.

3.2 Curvas características de las bombas centrífugas.

Curvas características

La Curva Característica de una Bomba Centrífuga, es un gráfico que representa la relación única de Carga – Caudal que garantiza la Bomba a determinada velocidad de rotación de su impulsor.

El impulsor o rodete de una bomba centrífuga es el componente que, a través de su rotación a altas velocidades, incrementa la velocidad del fluido generando a la vez el incremento de la energía cinética en el fluido bombeado (produciendo el incremento de presión buscado con el uso del equipo de bombeo). Las características geométricas (forma, tipo, tamaño) del impulsor son las que definen la Curva Característica de una bomba centrifuga.

De esta forma, los fabricantes de las bombas para agua y otros productos, suelen generar para cada uno de sus modelos, catálogos desde los cuales el diseñador de las estaciones de bombeo, puede **seleccionar la Curva Característica de una bomba centrífuga en función del punto de operación de la instalación en la que ésta se dispondrá.**

Un ejemplo de Curva Característica de una bomba centrífuga se presenta en la siguiente figura, en la que hemos anotado varios de sus componentes principales:

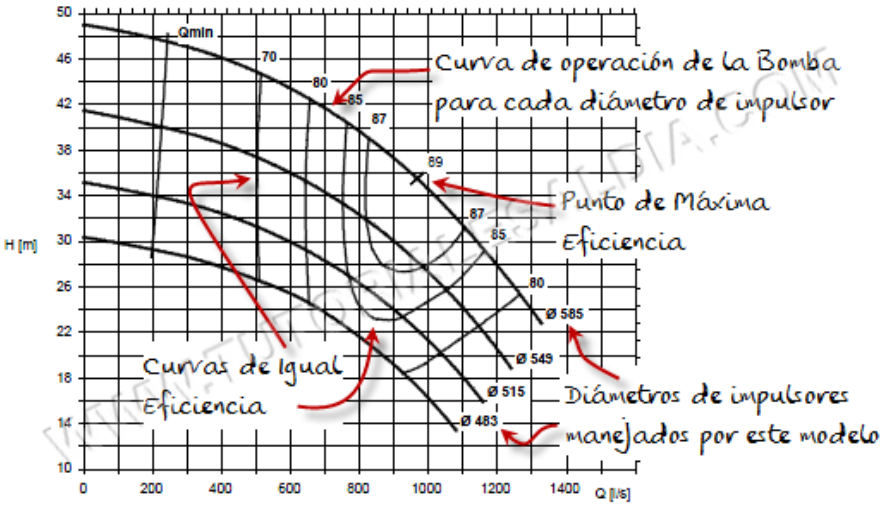


Figura 49

Como vemos, hay varias particularidades en la Curva Característica de una Bomba Centrífuga:

- **Existirá una Curva Característica para cada diámetro de Impulsor que sea posible instalar en el modelo de bomba respectivo**. El modelo de bomba, cuya Curva de Operación se presenta en la figura anterior, trabaja con cuatro posibles diámetros de impulsor: 483, 515, 549 y 585 mm.
- En función de lo referido en el punto anterior, **en la medida que el diámetro del impulsor es menor, la Carga o Altura de bombeo suministrada por la bomba, para un mismo caudal, es menor**:

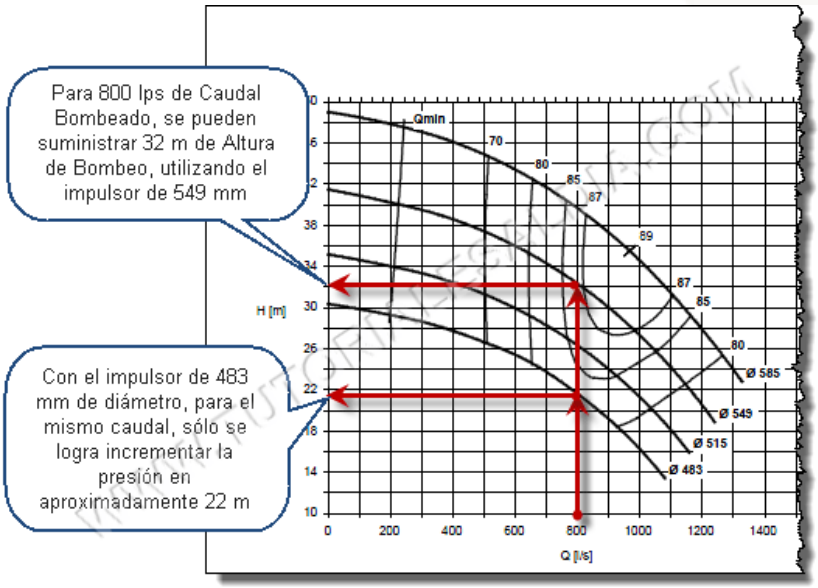


Figura 50

- A lo largo de cada Curva Característica de una Bomba Centrífuga, **se diferencian distintos valores de eficiencia para el equipo**, destacándose (como en el caso del impulsor de 585 mm de diámetro en las figuras previas), el mayor valor de eficiencia que puede ser alcanzado por el equipo (89% en el caso del modelo de referencia). En el caso del caudal de 800 l/s referido en el punto anterior, tendríamos que la eficiencia de la bomba, cuando se le instala el impulsor de 549 mm de diámetro, es del orden del 87%.

En virtud de las pérdidas hidromecánicas que se suceden en el interior de la bomba centrífuga, se tendrá que la potencia que ésta le suministra al fluido es menor que el motor le imprime a ella.

De esta forma, la eficiencia de un equipo de bombeo se define como “la relación entre la potencia útil (la de la bomba) y la potencia del motor que la acciona y, por lo tanto, tendrá siempre un valor inferior a la unidad.

Quizá la consideración más importante es que, dado que la curva característica de una Bomba Centrífuga representa una relación única de caudal-altura, el punto de operación de la instalación en la que ésta se emplace tendrá que “adaptarse” a lo que establezca dicha curva.

Es decir, si la altura de bombeo calculada para determinada instalación (utilizando el principio de energía y de pérdidas de carga) es, por ejemplo, y utilizando la curva característica de referencia en este tutorial, de 26 m para 900 l/s, tendríamos situaciones como las siguientes:

- Utilizar el impulsor de 549 mm de diámetro, en cuyo caso el caudal bombeado tenderá a ser mayor que el requerido, pues la curva característica (en realidad el equipo e impulsor seleccionados) obligará a que el punto de operación del sistema de bombeo se desplace hacia la derecha, pues ella no contiene al punto de "diseño" de 26 m a 900 l/s:

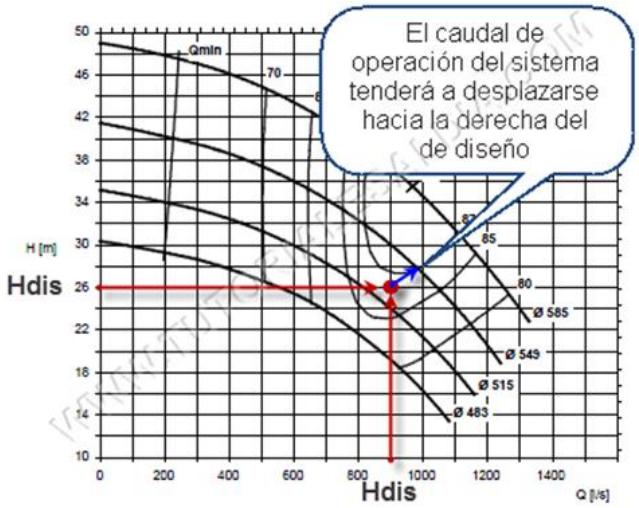


Figura 51

- Si utilizamos el impulsor de 515 mm, por supuesto, no será posible alcanzar el **caudal de 900 l/s deseado, pues la curva característica para este diámetro de impulsor tampoco contiene al punto de diseño y, además, ofrece menores alturas de bombeo que la buscada para el caudal en cuestión:**

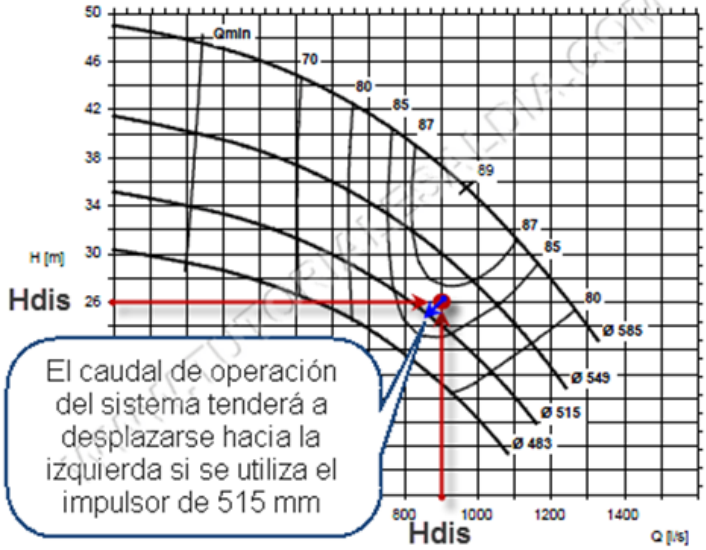


Figura 52

En general, lo descrito en las situaciones previas, es prácticamente la situación común: será prácticamente imposible conseguir una curva característica de bomba que contenga de forma exacta el punto calculado para el sistema en el que ésta se emplazará, teniendo que aceptar las variaciones referidas a juicio, por supuesto, del diseñador del sistema.

Finalmente es necesario aclarar que, aun cuando las dos situaciones referidas son "situaciones posibles", es necesario realizar la caracterización del sistema de bombeo, lo cual es una metodología en la que se grafican conjuntamente la Curva Característica del Equipo contra la Curva Característica del Sistema a través del cual se realizará el bombeo (Aducción o impulsión, red de Distribución, etc.). La intersección entre ambas curvas nos dirá de forma precisa cuál es el punto de operación final de ambos componentes. Esto lo veremos en un próximo tutorial, por el momento, ya conoces el concepto y componentes de la curva característica de una bomba centrífuga.

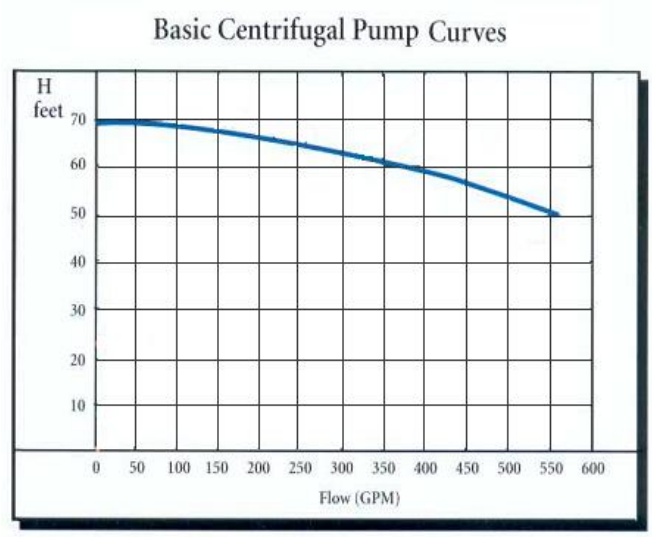


Figura 53
Curva Caudal-Altura de una bomba

Al analizar el gráfico anterior, se puede verificar que al cerrar la válvula de descarga de una bomba el flujo disminuye, aumentando la presión o altura que está soportando; pero de este modo es posible cerrar esta válvula totalmente hasta que la bomba no mueva fluido a través de los conductos y solamente realice la agitación del fluido en su interior (efecto que puede producir aumento de temperatura).

3.3 Acoples de conjunto motor bomba

Acoplamientos

Introducción: En la industria encontramos algunos elementos que de un modo u otro están contribuyendo a realizar algún movimiento, si tomamos esta relación de órganos o elementos, sean líquidos, sólidos o gaseosos, para transmitir un movimiento limitado deben ir acoplados de tal forma que puedan transmitir el movimiento de otro elemento

motriz. Estos acoplamientos de unidades mecánicas contiguas van en los extremos de los ejes.

Clasificación de Acoplamientos: Atendiendo a su clasificación general son los siguientes:

a) Completamente mecánicos (más o menos rígido)
b) Hidráulico (basados en fenómenos de intercambio de energía cinética del medio de unión)
c) Electromagnéticos (basados en fenómenos electromagnéticos del medio de unión)

Acoplamientos Mecánicos:

Recibe el nombre de acoplamiento mecánico el órgano apropiado que asegura la unión permanente de los extremos de dos ejes de una unidad motriz y una unidad conducida.

Clasificación: Según su forma y aplicación en:

1) Acoplamientos mecánicos rígidos.
2) Acoplamientos mecánicos elásticos o flexibles.
3) Acoplamientos mecánicos articulados.
4) Acoplamientos mecánicos de seguridad o embragues.

Acoplamientos Rígidos - Acoplamiento de Abrazadera:

Es un acoplamiento rígido típico, consiste básicamente en una manga dividida, provista de tornillos, de manera que pueda prensarse en los extremos adjuntos de los ejes y formar una conexión sólida.

Acoplamiento de Compresión:

Es igualmente en esencia un acoplamiento rígido. La porción central del acoplamiento está formada de un manguito ranurado, taladrado para ajustarse a los dos ejes y cónico en su diámetro exterior del centro a ambos extremos. Las dos mitades del acoplamiento en sí están acabadas con perforaciones para adaptarse a esa conicidad.

Acoplamientos flexibles
Acoplamientos de Pasador y Amortiguador:
Es un acoplamiento flexible con pasadores sujetos a una de sus mitades, los cuales, atraviesan los amortiguadores se montan en la otra mitad del acoplamiento. Los amortiguadores están hechos de hule o de otro material comprensible para dar flexibilidad necesaria.

Los pernos impulsores tienen un ajuste fácil de deslizamiento en los manguitos; las pequeñas variaciones longitudinales, por lo tanto, se contrarrestan mientras los ligeros errores de angularidad se compensan por la flexibilidad del hule.

Acoplamientos Flexibles Todos Metálicos:
Es aquel cuyas partes están hechas completamente de metal o algunos de estos acoplamientos dependen de la flexibilidad de placas metálicas o resortes, mientras que otros dependen del desplazamiento angular que es posible con dos estrías conectadas con una manga también estriada.

El tipo fasts es un acoplamiento flexible de engrane.
El tipo falk es un acoplamiento flexible de bridas y resortes.

Existen otros numerosos tipos de acoplamientos, todos metálicos, por supuesto, que los descritos son dados como ejemplos.

Consideraciones en Alineación de Acoplamientos:

Todos los acoplamientos son balanceados, dinámicamente y deben ser montados en la misma posición con que fueron probados en la fábrica, cuando tienen estampados estas marcas para ser armados. Los pernos y golillas son pesados, por lo tanto, no deben ser cambiados por nuevos.

Sin tener en cuenta este factor, que es importante para el balance dinámico del conjunto. Esto significa que las unidades de pernos, tuercas y golillas deben tener los mismos pesos. Los acoplamientos deben armarse con los tapones Allen de lubricación, que traen de fábrica.

3.4 Alineamiento de conjunto motor bomba

Alineamiento: una buena práctica

Casos y casos en el alineamiento

No hay una medida definitiva para el alineamiento, todo depende del tipo y clasificación de la máquina.

Una pequeña bomba operando a 900 rpm con un motor de 50 HP requerirá un alineamiento diferente al de un compresor con 3600 rpm.

Muchos aspectos se deben tener presente al momento de ejecutar un alineamiento

La velocidad de rotor, el tipo de acoplamiento, número y tamaño de los anclajes del motor, dilatación térmica, cambios dinámicos del alineamiento, tensión de las tuberías, método de alineamiento; son entre otros los parámetros a considerar.

Figura 54

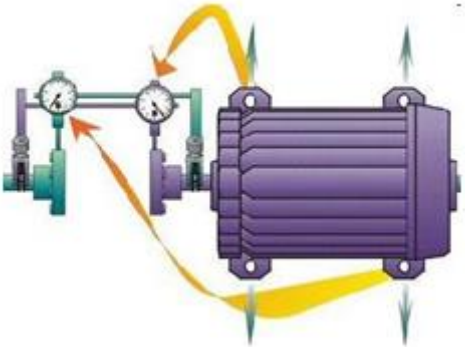


Figura 55

Típicamente, a mayor velocidad del rotor, más preciso debe ser el alineamiento.

Una máquina girando a 900 rpm puede operar bien con 7 mils de desalineamiento, pero girando a 3600 rpm es muy probable que causará problemas como ser desgaste de sellos y acoples y falla de los rodamientos

El número y tamaño de los pies de anclaje del motor determinarán la selección de tipo de platinas de montaje (lainas) y el método para medir y corregir el desnivel de los pies del motor, en especial si tiene una “pata coja”.

Figura 56

El tipo de acoplamiento tendrá impacto sobre el juego en el acople y el tipo de des-alineamiento a corregir (offset o angular) lo que hará que la máquina deba ser suplida en sus puntos de sujeción en uno de sus ejes como una forma de corregir ese des-alineamiento.

Los cambios por la dilatación térmica y el alineamiento dinámico, son probablemente los efectos más ignorados en un alineamiento.

Cambios de temperatura, torque del rotor, cargas del generador, dilatación o contracción de las tuberías y presiones de descarga son factores que harán variar el alineamiento.

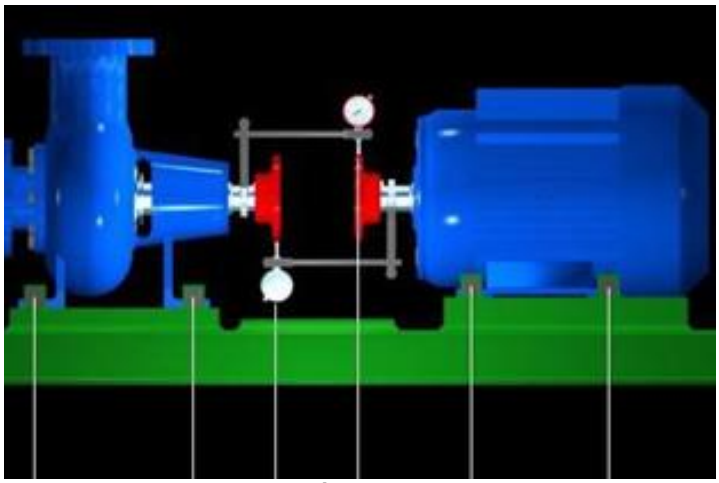


Figura 57

Tensiones en las tuberías

Producto de una mala instalación o modificaciones posteriores en el diseño pueden forzar cambios en el alineamiento dentro de la carcasa de una bomba o compresor.

Estos cambios ocurren entre los rodamientos al interior de la máquina forzando condiciones de precarga en los rodamientos.

Si es bastante severo provocará síntomas similares al desbalanceo con altas vibraciones.

Figura 58

Un ejemplo de tolerancias

La decisión final de la tolerancia del alineamiento debe ser producto de un análisis del tipo de máquina y nivel de criticidad.

Des-alineamiento angular

	Des-alineamiento angular mm/100mm		Des-alineamiento offset mm	
RPM	Excelente	Aceptable	Excelente	Aceptable
3000	0,03	0,04	0,03	0,06
1500	0,05	0,07	0,06	0,09
1000	0,07	0,10	0,075	0,15
750	0,09	0,13	0,09	0,19

Tabla 1

Las tolerancias angulares y offset se focalizan en los acoples y la velocidad no es el único de los factores, hay otros que considerar.

Un alineamiento considerado excelente de acuerdo al acoplamiento, si existe un mal alineamiento en la base de la máquina esto repercutirá negativamente en los rodamientos.

También, hay que considerar las holguras internas de los rodamientos y la holgura entre el rodamiento y su caja. Si por efecto del alineamiento se pierden habrá problemas con la lubricación, se crearán precargas o deflexión en el eje.

Pasos en el alineamiento

- Todo equipo que va a ser alineado debe estar asegurado (o desconectado) y señalizado.
- Asegurarse que toda la suciedad, grasa y oxidación son removidas de la base y de las patas de la máquina. Reemplace las lainas oxidadas. Revise el equipo completo y retire todo elemento extraño de él.
- Rellene los agujeros o imperfecciones que puedan aparecer en la base, en especial donde el equipo es apernado.
- Vea que tiene acceso a todos los puntos del equipo que tienen relación con el alineamiento, en caso contrario, evalué qué es menos costoso mover.
- Si la máquina tiene acople flexible no habrá mayores problemas para efectuar las correcciones necesarias.
- Para acoples rígidos las tuercas deben ser aflojadas de tal forma que cada eje pueda moverse sobre su eje de rotación
- En caso que no se puedan aflojar por tener pernos cortos o bien algo lo impide, el acople debe ser retirado para efectuar las lecturas

Figura 59

- Una vez que todos los desalineamiento están expuestos se fijan a la máquina los elementos de medición.
- La forma de sujeción depende del tipo de acoples y rotación de los ejes.

- Las lecturas sobre el desalineamiento son referidas en cuatro parámetros: offset vertical, offset horizontal, ángulo vertical y ángulo horizontal.
- Basado en esas lecturas se ejecutan los movimientos necesarios para corregir el desalineamiento. Se recomienda primero hacer las correcciones en el plano horizontal
- Ejecutar movimientos gruesos primero y después los finos para llegar a la tolerancia permitida.
- Una vez alcanzada la tolerancia se aprietan las tuercas con el torque recomendado
- Tome las lecturas finales y asegúrese que nada se movió y realice la documentación.
- Retire los instrumentos de medición, ejecute los re ensambles necesarios en los acoplamientos, retire las señales y conecte el equipo.
- Considerando el equipo completo
- La única forma correcta de expresar la tolerancia del alineamiento es en términos de las condiciones de alineamiento en el acople.

Un excelente alineamiento de las líneas de centro de los ejes de rotación no garantiza la ausencia de vibraciones, porque aún puede haber componentes rotatorios des-balanceados, resonancia, turbulencia y cavitación, desajustes mecánicos o vibraciones de una máquina vecina que interfiere con la máquina en análisis a través de las fundaciones o tuberías.

Pero el desalineamiento de los ejes de rotación es una de las causas principales de daño para la maquinaria

Figura 60

Aún si se cuenta con un acople flexible de muy buena calidad, esto no libera de efectuar el alineamiento dentro de las tolerancias.

La razón principal porque los buenos acoples flexibles permiten mayores des-alineamientos que los recomendados para las máquinas. Esto es para permitir que estas máquinas deliberadamente se desalineen en el estado de reposo (frías) y detenidas para permitir cambios anticipados que ocurrirán en las condiciones de alineamiento cuando las máquinas se pongan en funcionamiento y alcancen las condiciones estables de trabajo (calientes).

Alinear centro a centro sin prestar atención a la dilatación térmica provocará altos gastos en mantenimiento del equipo. Para evitar este problema el acople debe ser con espaciadores

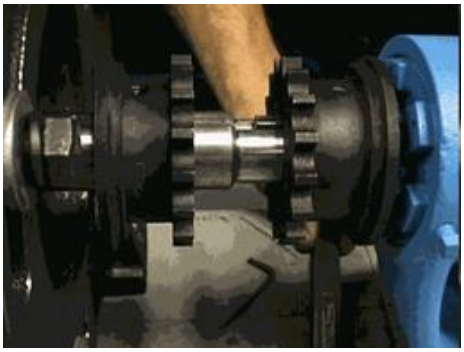


Figura 61

3.5 Alineamiento de poleas

También las correas

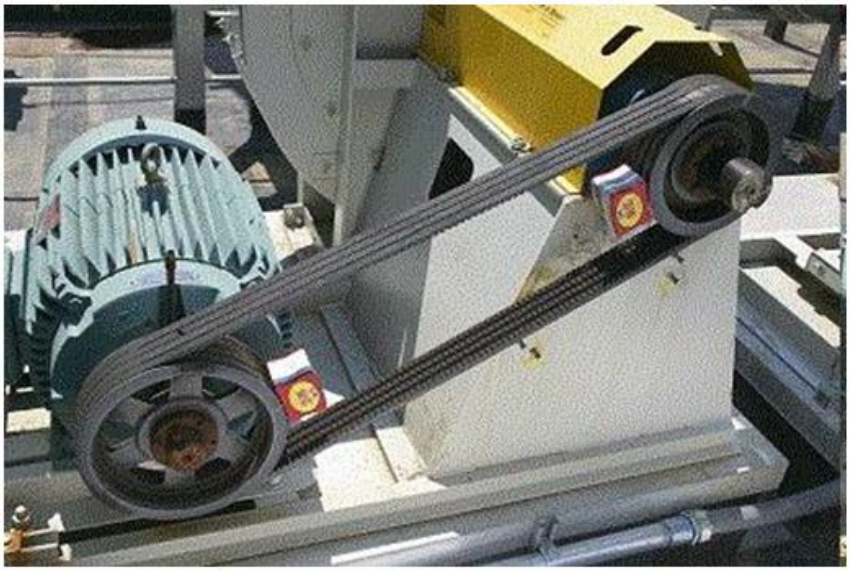


Figura +62

Asegurando un correcto alineamiento de las poleas, se reducirá el ruido, las vibraciones y se minimizará el desgaste de las poleas y las correas

Estas reducciones se transformarán en extender la vida útil de la máquina y un menor consumo de energía.

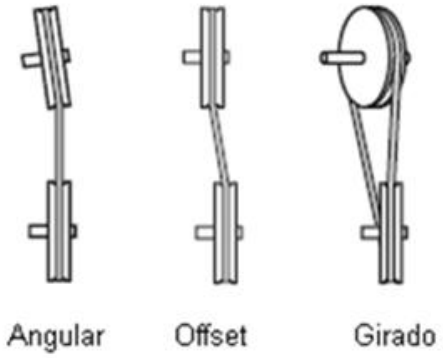


Figura 63

3.6 Lubricación de la caja de rodamientos

Suministro de lubricación

La lubricación apropiada de los rodamientos de bombas es esencial para un servicio confiable; la lubricación inadecuada causa más del 30% de las fallas de rodamientos, según algunos estudios. Los buenos lubricantes proporcionan principalmente una película separadora entre los elementos rodantes, los caminos de rodadura y las jaulas de un rodamiento, para evitar el contacto metal-metal y la fricción indeseada que de otro modo generaría calor excesivo, que a su vez podría causar desgaste, fatiga del metal y la potencial fusión de las superficies de contacto del rodamiento. La lubricación adecuada de los rodamientos, también inhibe el desgaste, la corrosión, y contribuye a proteger contra el daño por contaminación.

Los métodos comunes para la lubricación efectiva de los rodamientos de bombas incluyen:

- Grasa. Fácil de aplicar, la grasa se puede retener dentro del soporte del rodamiento y proporciona protección de sellado extra. Puede ser necesaria la relubricación para combatir la vida corta de la grasa, según las velocidades rotacionales y las temperaturas de operación. Cuando las condiciones operativas lo permiten, los rodamientos "engrasados de por vida", que eliminan los requerimientos de relubricación y las tareas de mantenimiento asociadas, pueden constituir una alternativa atractiva.
- Baño de aceite. Esta opción establece un nivel de aceite en el centro de la parte inferior del elemento rodante del rodamiento y representa, entre los métodos de lubricación, la línea de base comparativa de fricción del rodamiento. A lo largo del tiempo se pueden obtener mejores resultados utilizando un engrasador de nivel constante.
- Anillo de lubricación. En este método, desde el eje horizontal se sumerge un anillo en un baño de aceite puesto debajo de los rodamientos. La rotación del eje y del anillo arroja aceite proveniente del baño sobre los rodamientos. El menor volumen de aceite en el rodamiento reduce la fricción viscosa en el

sistema de rodamientos para permitir mayores velocidades axiales y mejor disipación del calor.

- Niebla de aceite y aire-aceite. Aquí, el aceite es atomizado y llevado al rodamiento por una corriente de aire. Entre todos los enfoques de lubricación de rodamientos de bombas, este es el que genera la menor cantidad de fricción (permitiendo que la velocidad rotacional se base en el diseño del rodamiento y no en las limitaciones de lubricación) y crea una presión positiva dentro del soporte del rodamiento (rechazando los contaminantes invasivos).

Con independencia del método de lubricación, el lubricante siempre se debe especificar según las exigencias sobre los ejes y la resistencia a los contaminantes sólidos, presión, temperaturas, cargas y ataque químico. En los casos en que las bombas sean de difícil acceso, se pueden integrar sistemas totalmente automáticos para permitir un suministro oportuno, adecuado y efectivo.

Sellado del sistema

Los sellos de rodamientos de las bombas centrífugas cumplen cuatro tareas cruciales: Retienen los lubricantes o líquidos, excluyen los contaminantes, separan los fluidos y limitan la presión. Por lo tanto, el trabajo de los sellos es exactamente a su medida. Los contaminantes sólidos, según el tamaño, dureza y fragilidad de la partícula, producirán hendiduras o desgaste sobre las superficies del rodamiento; el agua afectará la eficiencia del lubricante; y la contaminación del lubricante puede reducir la vida del rodamiento en forma dramática.

Cuando falla un sello, la contaminación se puede infiltrar en el área del rodamiento, pasar al lubricante y luego al rodamiento. Además, la pérdida de lubricante del rodamiento puede originar el funcionamiento en seco, que en última instancia puede ocasionar su falla.

La selección del sello para los rodamientos de bombas centrífugas depende de las exigencias específicas y de las condiciones operativas de la aplicación. Se debe tener en cuenta, sin embargo, que el rodamiento y la disposición de obturación representan un sistema integrado.

Realizar alineamiento de una bomba centrifuga

Introducción a la actividad

Los participantes guiados por el instructor, la siguiente actividad está diseñada para que los participantes realicen alineamiento de una bomba centrifuga

Estrategias metodológicas para el instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Recurso Plataforma Web	
Explicación demostrativa en aula	
Recurso Audiovisual	
Propuestas de situaciones problemáticas	
Formulación de Preguntas	
Trabajo en taller	✓

Objetivo de aprendizaje

Una vez hecho el mantenimiento de la bomba en un conjunto real de motor bomba, realizar alineamiento de una bomba

Descripción de la actividad

El instructor podrá realizar esta actividad en forma individual, en taller. Solicitará a los participantes que observen y cumplan con todas las medidas de seguridad para la tarea.

Materiales y Recursos

- Conjunto motor bomba centrifuga
- Kit de herramientas
- Kit para realizar alineamiento (lainas)

- Feeler
- Reloj comparador o
- Equipo alineador laser
- Elementos de aseo

Seguridad:

En todas las actividades de taller es necesario recordar los siguientes aspectos de seguridad:

- El uso obligatorio de implementos personales de seguridad dentro de taller
    - Casco
    - Lentes de seguridad
    - Zapatos de seguridad
    - Guantes de seguridad
    - Chaleco reflectante
    - Protector auditivo. Si aplica
- Identificar riesgos asociados a la trabajo a realizar.
- Consultar al instructor a cargo respecto a cualquier duda

Desarrollo de la Actividad

Los participantes debe aplicar una técnica de mantenimiento a través de un alineamiento de una bomba centrifuga. El alineamiento se debe realizar en un conjunto motor bomba, el cual debe ser entregado por el instructor a cada grupo.

Participantes	**Fecha:**
Componente ensayado: Conjunto Bomba centrifuga	
Alineamiento de una bomba centrifuga **Pasos en el alineamiento**	

- Desconecte y señalice
- Asegurarse que toda la suciedad, grasa y oxidación son removidas de la base y de las patas de la máquina. Reemplace las lainas oxidadas. Revise el equipo completo y retire todo elemento extraño de él.
- Rellene los agujeros o imperfecciones que puedan aparecer en la base, en especial donde el equipo es apernado.
- Vea que tiene acceso a todos los puntos del equipo que tienen relación con el alineamiento.
- Si la máquina tiene acople flexible no habrá mayores problemas para efectuar las correcciones necesarias.
- Para acoples rígidos las tuercas deben ser aflojadas de tal forma que cada eje pueda moverse sobre su eje de rotación
- En caso que no se puedan aflojar por tener pernos cortos o bien algo lo impide, el acople debe ser retirado para efectuar las lecturas
- Una vez que todos los desalineamiento están expuestos se fijan a la máquina los elementos de medición.
- La forma de sujeción depende del tipo de acoples y rotación de los ejes.
- Las lecturas sobre el desalineamiento son referidas en cuatro parámetros: offset vertical, offset horizontal, ángulo vertical y ángulo horizontal.
- Basado en esas lecturas se ejecutan los movimientos necesarios para corregir el desalineamiento.
- Ejecutar movimientos gruesos primero y después los finos para llegar a la tolerancia permitida.
- Una vez alcanzada la tolerancia se aprietan las tuercas con el torque recomendado según el instructor
- Tome las lecturas finales y asegúrese que nada se movió y realice la documentación.
- Retire los instrumentos de medición, ejecute los re ensambles necesarios en los acoplamientos, retire las señales y conecte el equipo.
- La única forma correcta de expresar la tolerancia del alineamiento es en términos de las condiciones de alineamiento en el acople.

.

Conclusiones de la actividad

El participante debe anotar las conclusiones de la actividad	
Fotografía del componente Si es posible	Nombre Inspector : _____ Firma Inspector : _____

Cierre

En función de los resultados, instructor retroalimenta a los participantes, destacando las fortalezas y brechas.

Instructor realiza revisión junto a los participantes del ejercicio de alineamiento de Bombas Centrifuga, destacando los desempeños acorde a los resultados esperados y retroalimentando en donde exista brechas por cubrir.

Consejo Minero
Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago.
Teléfono: (562) 2347 2200
www.ccm.cl

AngloAmerican

ANTOFAGASTA MINERALS

BARRICK

bhpbilliton
resourcing the future

CODELCO
Orgullo de Todos

COLLAHUASI

FREEPORT-MCMORAN COPPER & GOLD

GLENCORE

KGHM
POLSKA MIEDŹ S.A.

LUMINA
COPPER CHILE

Teck

YAMANAGOLD