



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA

INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS CON IMPULSOR CERRADO

Trabajo de Título presentado a la Universidad Técnica Federico Santa María, para optar al título de Técnico en Mantenimiento Industrial.

ALUMNO:
LIZARDO JONATHAN MEDINA PÉREZ

PROFESOR GUIA:
Sr. MARCELO ENRIQUE QUIROZ NEIRA.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de título a mi familia (Padres, hermanos) y en especial a mi hijo el cual ha sido el principal motivador a esforzarme cada día más. También a mis colegas de trabajo y compañeros de curso quienes han sido un gran aporte en mi vida laboral y de estudio.

AGRADECIMIENTOS

Primero darle gracias a Dios por darme la capacidad y la fuerza de afrontar este desafío tan grande que fue nuevamente estudiar.

Gracias a mi familia e hijo por tener paciencia ya que a veces no quedaba tiempo para ellos, pero aun así siempre me estuvieron apoyan.

Gracias a mis compañeros de curso en especial a Adrián Hidalgo y Alfonso viveros quienes siempre me brindaron su apoyo sin interés alguno.

Por último, agradecer a todos los profesores quienes nos brindaron sus conocimientos y nos apoyaron hasta el día de hoy.

Resumen.

Este trabajo se realiza en base a la necesidad de proponer un plan de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de forma semanal, y anual. Ya que en planta Plywood (CMPC Maderas) no existe una mantención que se le haga a las bombas de los aspersores de macerado.

En base a una investigación en terreno se detectaron una serie de fallas que podrían provocar la detención del equipo dando problemas a la eficiencia en la producción. Determinado que un buen mantenimiento el equipo podría tener más vida útil y menores detenciones larga que puedan afectar a la producción de la planta.

Siglas y simbología

Siglas:

CMPC: Compañía manufacturera de papeles y cartones

MONEL: Acero (níquel-cobre)

NPSHr: Valor limite requerido

KWP: Serie de bomba

K: Formato de rodete

Simbología:

\$: Pesos chilenos

Volt.: Voltaje

M³: metros cúbicos

Mm: Milímetros

°C: grados Celsius

Kw: Kilowatts

Hrs: Horas

“: Pulgadas

Lb/ Ft: Libras pie

%: Porcentaje

Amp: Ampere

Índice

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTOS	2
Resumen.	3
Siglas y simbología	4
Índice	5
Introducción	8
Objetivo General:	9
Objetivos Específicos:	9
Capitulo 1 : Datos generales de una bomba centrífuga.....	10
1.1 Descripción de bombas centrífugas.....	10
1.2 Clasificación de bombas centrífugas	11
1.3 Partes de la bomba centrífuga con impulsor cerrado.....	12
Imagen 1 : Partes de bomba centrífuga.....	12
1.3.1 Anillos de desgastes.....	13
Imagen 2 : Anillo de desgaste.....	13
1.3.2 Carcasa o voluta	14
1.3.3 Cojinetes (rodamientos).....	15
Imagen 4 : Rodamiento	15
1.3.4 Flechas o ejes	16
1.3.6 Sello con caja Prensa-Estopa.....	18
Imagen 7 : Prensa estopa.....	18
1.3.7 Impulsor abierto.....	19
Imagen 8 : Impulsor abierto	19
1.3.8 Impulsor semi-abierto.....	20
Imagen 9 : Impulsor semi-abierto.....	20
1.3.9 Impulsor cerrado.....	21
Imagen 10 : Impulsor cerrado	21
1.4 ¿Cómo funcionan las bombas centrífugas con el impulsor cerrado?	22
1.5 ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del uso de bombas centrífugas con el impulsor cerrado?	22
1.5.1 Ventajas:	22
1.5.2 Desventajas:	22
1.6 Inspección y mantenimiento de bombas centrífuga de impulsor cerrado.....	23
1.6.1 Trabajo de mantenimiento.....	23
1.7 Diagrama de causa y efecto en bomba centrífuga.	24
Diagrama 1 : Causa y efecto en bomba centrífuga	24
Capitulo 2 : Bomba centrífuga KSB KWPK 200-200-0403 DUUD10 , área macerado planta Plywood. CMPC maderas.....	25
Imagen 11 : Bomba centrífuga KSB KWPK 200-200-0403 DUUD10	25
2.1 Descripción de la Bomba centrífuga KSB KWPK 200-200-0403 DUUD10.....	26
2.2 Denominación	26
Tabla 1 : Denominación bomba KSB KWPK 200-200-0403 DUUD10	26
2.3 característica de la placa	26
Tabla 2 : característica de la placa	26

2.4 Materiales del diseño de la bomba KWPK 200-200-0403 DUUD10.....	27
Tabla 3 : Materiales del diseño	27
2.5 Cojinetes	27
Tabla 4 : Datos de cojinetes.....	27
Imagen 12 : Rodamiento NU 324	27
Imagen 13 : Rodamiento 7224 BG	28
2.5.1 Lubricación de rodamientos.....	28
2.5.2 Calidad del aceite.....	28
2.5.3 Consistencia del lubricante	28
Tabla 5 : Consistencia del lubricante	28
2.5.4 Cantidad de aceite	29
Tabla 6 : Cantidad de aceite	29
2.5.5 Intervalos para el cambio de aceite.....	29
Tabla 7 : Intervalos para el cambio de aceite	29
2.6 Diseño y modos operativos	30
Imagen 14 : Diseño y modo operativo de bomba KSB KWPK 200-200-0403 DUUD10	30
2.6.1 Modelo.....	31
2.6.2 Modos operativos	31
2.7 Hoja de dato de bomba KSB KWPK 200-200-0403 DUUD10 de impulsor cerrado en área de macerado planta Plywood	32
Imagen 15 : Hoja de dato de bomba KSB KWPK 200-200-0403 DUUD10	32
Imagen 16 : Hoja de curva bomba KSB KWPK 200-200-0403 DUUD10	33

Capítulo 3 : Propuesta de mantenimiento predictivo y preventivo a bomba KSB KWPK 200-200-0403 DUUD10 de impulsor cerrado..... 34

3.1 Técnicas predictivas a proponer para la bomba KSB KWPK 200-200-0403 DUUD10 de impulsor cerrado.....	34
3.2 Instrumento para medición de parámetros	34
3.2.1 Pirómetro laser	34
Imagen 17 : Pirómetro laser	34
3.2.2 Estetoscopio industrial	35
Imagen 18 : Estetoscopio industrial	35
3.2.3 Analizador de vibraciones	36
Imagen 19 : Analizador de vibraciones	36
3.2.4 Amperímetro.....	36
Imagen 20 : Amperímetro.....	36
3.2.5 Cámara termo grafica.....	37
Imagen 21 : Cámara termo grafica.....	37
3.3 Propuesta de mantenimiento preventivo semanal para bomba KSB KWPK 200-200- 0403 DUUD10 de impulsor cerrado	38
3.3.1 Inspección semanal bomba en funcionamiento.....	38
Tabla 8 : inspección semanal en funcionamiento de bomba.....	38
3.3.2 Inspección semanal bomba detenida	39
Tabla 9 : inspección semanal bomba detenida	39

Capítulo 4 : Propuesta de reparación general anual de partes especiales 40

4.1 Propuesta de Reparación general.....	40
4.2 Mantenimiento de partes especiales.....	40
4.2.1 Mantención del rodete	40
4.2.2 Mantenimiento de Ejes.....	41
4.2.3 Mantención de empaquetadura de carcasa.....	42
4.2.4 Mantención de manguitos o bujes.....	42
4.2.5 Mantenimiento de la carcasa.....	42
4.2.6 Mantención de cojinetes resistente a la fricción	43

4.2.7 El lubricante requerido para los cojinetes	43
4.2.8 Mantenición a sello mecánico.....	44
4.2.9 Mantenición a prensa estopa.....	44
4.2.10 Control de juegos axiales.....	44
4.2.11 Control de juegos radiales.....	44
4.2.12 control del eje.....	45
4.3 EVALUACION DE REPARACION BOMBA KSB KWPK 200-200-0403 DUUD10	46
Tabla 10 : Presupuesto de evaluación para reparación de bomba KSB	46
4.4 Procedimiento de trabajo para reparación de la bomba centrífuga	47
4.4.1 Instrucciones para el desmontaje de la bomba	47
4.4.2 Secuencia del desmontaje de la bomba	47
4.4.3 Instrucciones para el Montaje	48
4.4.4 Secuencia de Montaje de Bomba.....	48
Capitulo 5 : Puesta en marcha.	50
5.1 Verificación de sentido de giro	50
5.2 Alineación de conjunto motor bomba.	50
Imagen 23 : Alineamiento mediante laser	51
Conclusión	52
Bibliografía	53
ANEXOS	54
Tabla 11: Fallas comunes en bombas centrifugas.....	55
Fotografía de proceso y equipo analizado	59
Imagen 24 : Toma satelital de planta Plywood	59
Imagen 25 : Proceso de planta Plywood.....	60
imagen 26 : área macerado	60
Imagen 27 : sector de poso recolector de agua de alcantarilla interna y rastra de corteza.	61
Imagen 28 : vista posterior de compuerta de camaras de macerado.....	62
Imagen 29 : Tinas para generar vapor median condensado.....	62
Imagen 30 : Vista posterior del trommel.....	63
Imagen 31 : vista superior del trommel.....	63
Imagen 32 : Bomba centrífuga KSB KWPK 200-200-0403 DUUD10	64

Introducción

Como introducción al tema hablaremos sobre bombas centrifuga de impulsor cerrado, de sus ventajas y desventajas, de los tipos de mantenimiento que se le pueden aplicar para una mayor vida útil.

Teniendo en cuenta que pueden ser utilizadas en campos muy diversos, entre ellos se encuentran las industrias, empresas químicas etc.

Se debe considerar que el tema de bombas centrífugas es muy amplio, el contenido de este trabajo de título se limitará a proporcionar la información precisa con respecto al tema a realizar. Inspección y mantenimiento de bombas centrifugas con impulsor cerrado

Objetivo General:

Describir de forma sintética y clara el tema de inspección y mantenimiento de bombas centrífugas con impulsor cerrado para mejor comprensión del lector.

Objetivos Específicos:

1. Generar procedimiento de trabajo específico.
2. Revisar y actualizar listado de repuestos críticos a mantener.
3. Crear un listado de chequeo preventivo
4. Implementar un plan de mantenimiento preventivo.

Capítulo 1: Datos generales de una bomba centrífuga

1.1 Descripción de bombas centrífugas

Hay diversas formas de describir una bomba centrífuga. En esta ocasión señalaremos que, consiste básicamente en un elemento giratorio llamado impulsor o rodete dentro de un cuerpo llamado carcasa. Esta funciona con la fuerza mecánica entregada por un motor eléctrico o uno de combustión interna, a través de un eje, el cual hace girar tal impulsor dentro de la carcasa. Este trabajo le permite al líquido entrar por la parte frontal llamada succión, imprimiéndole velocidad y presión, de esta forma es conducida por la carcasa debido a la fuerza centrífuga y dirigirla a la parte superior llamada impulsión, con cierta altura.

La carcasa forma parte del cuerpo exterior de la bomba. Esta se encarga de recoger el líquido y conducirlo por las cañerías conectadas a ella llamada descarga o impulsión, también sirven para disminuir la velocidad del líquido, transformándolo en presión, por efecto del principio de conservación de la energía, la disminución de velocidad se logra por un ensanchamiento del conducto de la periferia que recoge el líquido dándole a la carcasa la forma de caracol, es por esto que la conocemos por voluta caracol.

1.2 Clasificación de bombas centrífugas

Las bombas centrífugas pueden ser utilizadas en campos muy diversos, entre ellos se encuentran las industrias, en las cuales su función es transportar líquidos en todo lo relacionado con el rubro alimenticio o líquidos con partículas en suspensión en el caso de las empresas químicas, en transporte de salmueras, refrigerantes, solventes, petróleos livianos, entre otros. También son utilizadas para la captación de agua en las zonas rurales, donde es más escaso el servicio de agua potable. Debido a esta gran variedad de servicios, en distintas áreas como en la automotriz, aeronáutica, entre otras; se puede clasificar de la siguiente manera:

De acuerdo a la forma de la carcasa; según sean de voluta o aspas directrices o difusores.

De acuerdo al número de rodets interiores; los cuales dan lugar a bombas de una, dos, o más etapas.

De acuerdo a las instalaciones; según estén montadas en posición vertical u horizontal.

De acuerdo a la forma del impulsor; el cual puede ser cerrado, abierto o semi abierto.

En relación al último punto mencionado hablaremos con respecto a bombas centrífuga de impulsor cerrado:

1.3 Partes de la bomba centrífuga con impulsor cerrado

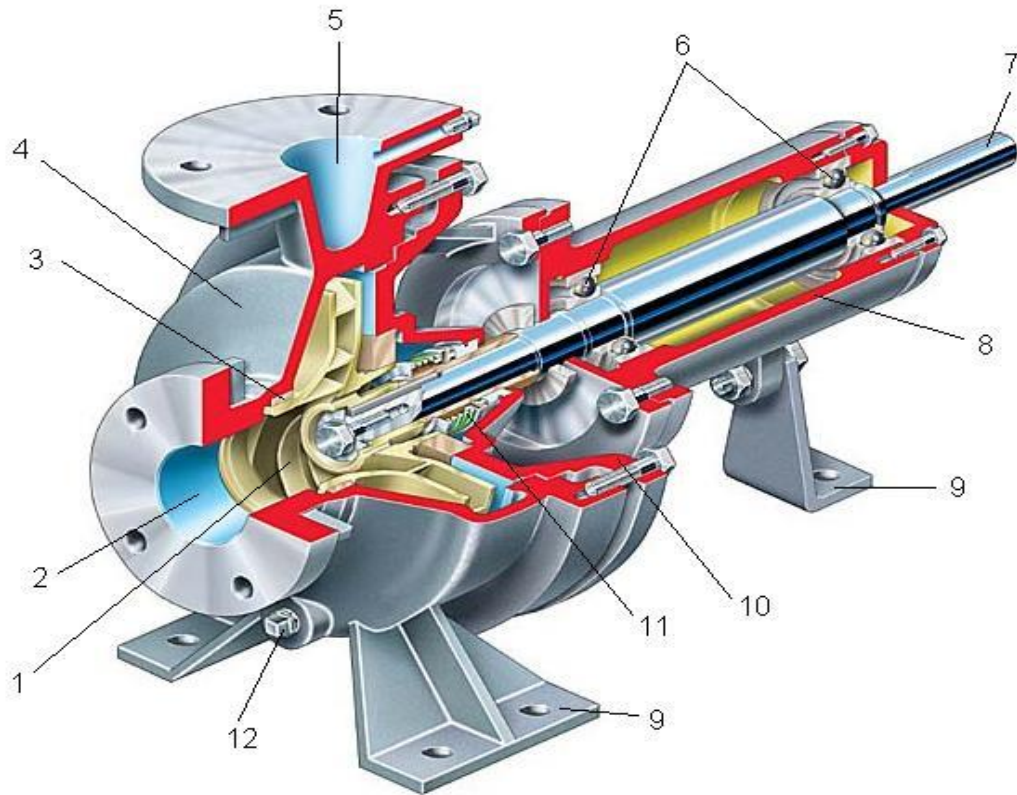


Imagen 1: Partes de bomba centrífuga

Fuente: manual de ksb

1. Impulsor	7. Eje
2. Brida de succión	8. Cuerpo de cojinetes
3. Anillo de desgaste	9. Bases de la bomba
4. Carcasa o voluta	10. Cuerpo posterior
5. Brida de impulsión	11. Sello mecánico
6. Cojinetes anti fricción	12. Tornillo purga

1.3.1 Anillos de desgastes

Los anillos de desgaste se utilizan en las juntas entre el impulsor y la cubierta, para evitar los desgastes inminentes que se producen tras el funcionamiento de la bomba y el contacto con la circulación del fluido . Son una forma fácil y rápida de mantener y, con una reducción importante en el costo del mantenimiento de estas partes de la bomba. Con esto se evita la reparación de las superficies gastadas con los sistemas que existen, como lo son la soldadura, metalizado a chorro y luego el rectificado de las partes. También evitamos comprar las piezas nuevas, que por lo general son costosas en cuanto al valor total de la bomba.

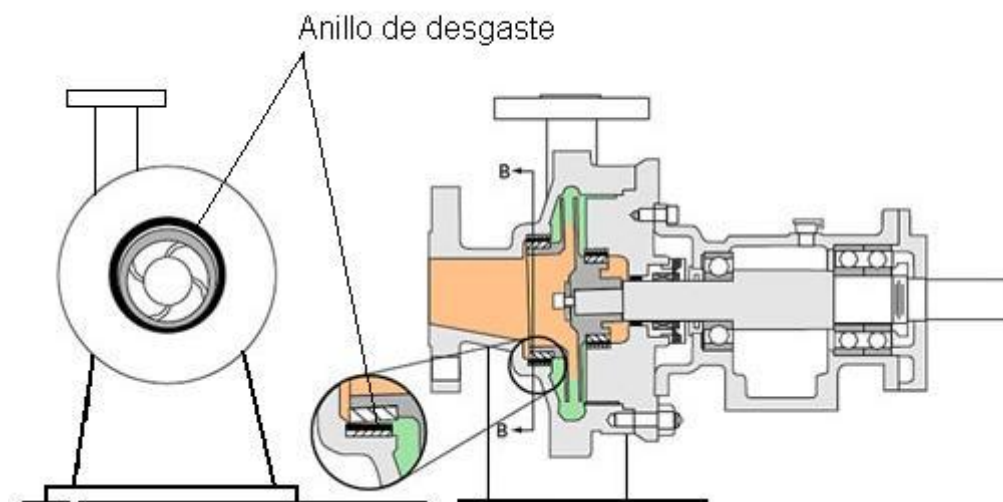


Imagen 2: Anillo de desgaste
fuente: imagen sacada de internet

1.3.2 Carcasa o voluta

La carcasa forma parte del cuerpo de la bomba, siendo el órgano que cubre las partes internas de ésta y, gracias a su forma disminuye la velocidad del líquido transformándolo en presión, formado por el ensanchamiento o prominencia que se aprecia en la periferia o difusor. Por esto también se le llama a la carcasa voluta caracol. Pero si la analizamos con mayor detalle, podemos afirmar que aparte de cumplir un rol interno, también cumple un rol de forma externa, tomando el líquido por el conducto en su parte delantera en la succión y sirviendo de guía con su conducto de descarga.

Está construida, en la mayoría de sus casos, de fierro fundido al igual que todo el cuerpo de la bomba.

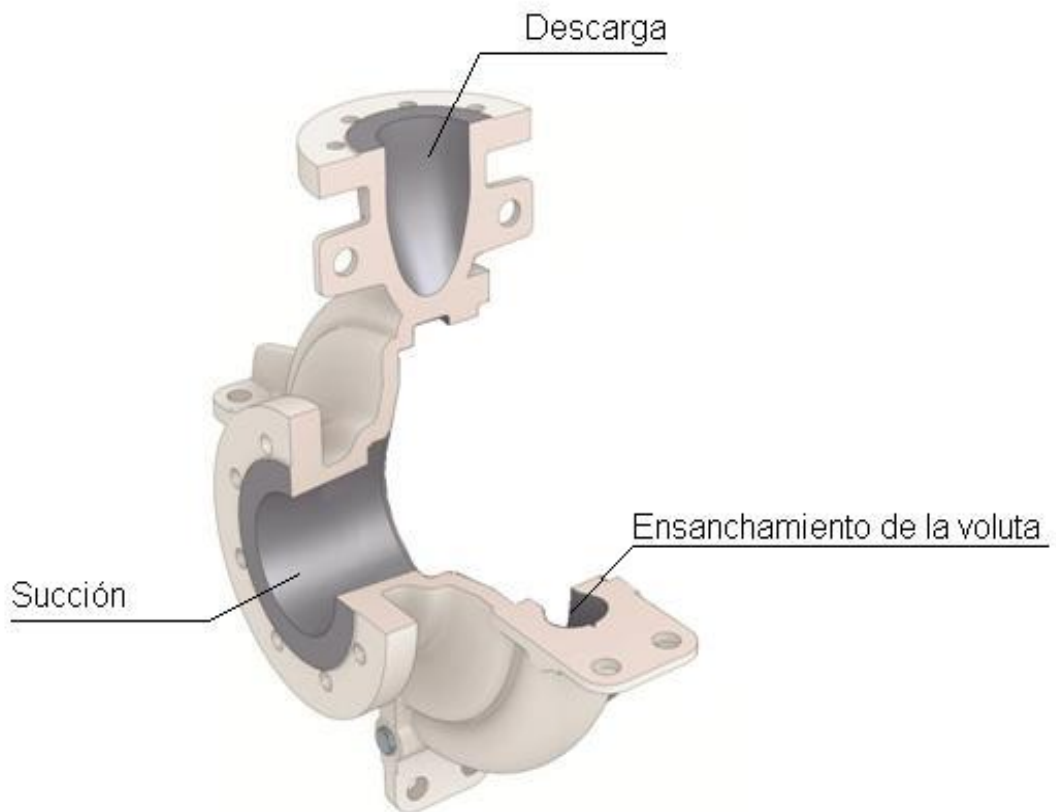


Imagen 3: Voluta

Fuente: imagen sacada de internet

1.3.3 Cojinetes (rodamientos)

Los cojinetes constituyen el soporte y la guía de la flecha o eje. Esta parte de la bomba centrífuga debe ser elaborada con cuidado, ya que es la que permitirá la perfecta alineación de todas las partes rotatoria de la bomba. El cojinete, como ya lo mencionamos, es el soporte, y significa que cumple la importante labor de soportar la carga (en este caso principalmente radial, ya que no hay fuerzas notoriamente tales para definir las axiales) de las partes rotatoria de la bomba.

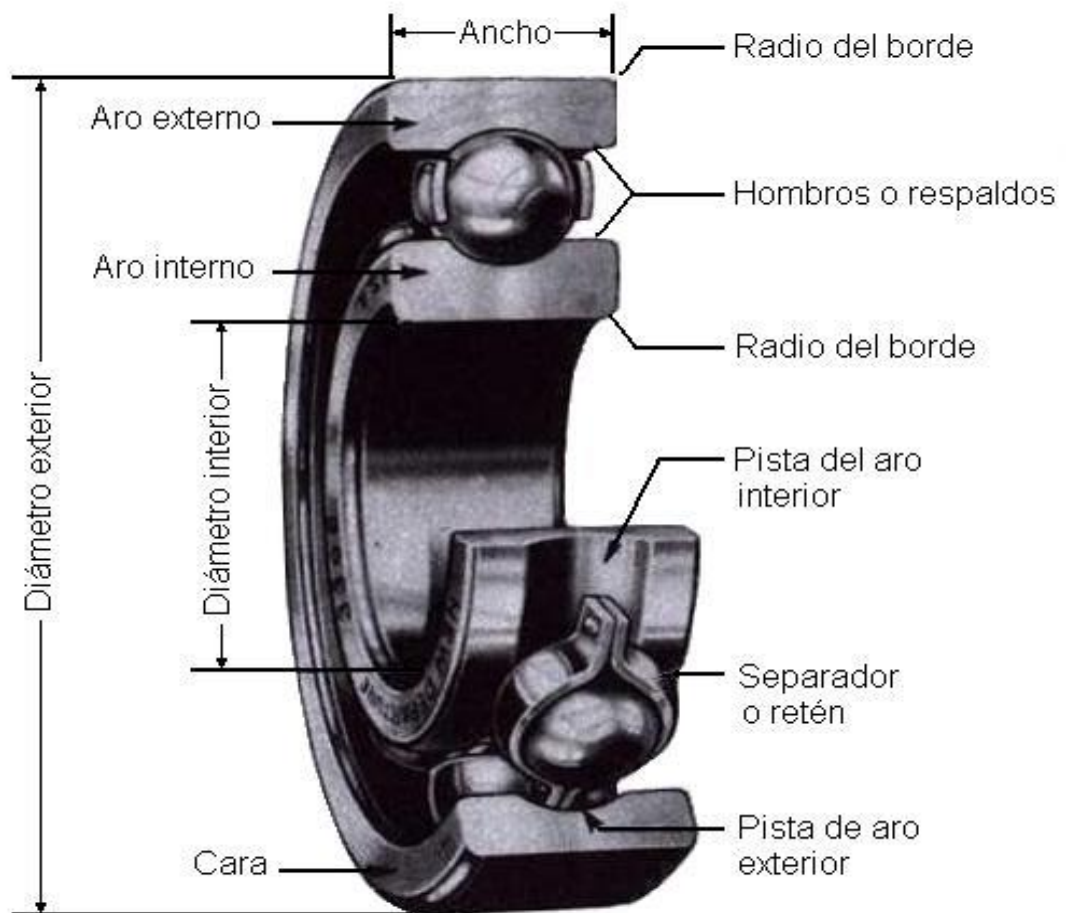


Imagen 4: Rodamiento

Fuente: imagen sacada de catálogo de mantención

1.3.4 Flechas o ejes

Son una parte importante de las bombas centrífugas, son las flechas que están encargadas de transmitir el torque que recibe del motor (eléctrico o de combustión interna). Esta tarea la puede hacer de dos formas: una de ella es a través de un acoplamiento rígido o uno flexible, los cuales se utilizan según se requiera. La fabricación de esta pieza debe ser lo más perfecta posible ya que cualquier desviación de ésta, por menor que sea podría dañar considerablemente a la bomba y a todos sus componentes.

Debemos fabricar el eje bajo cálculos de condiciones extremas, para ponernos en los peores escenarios y no darles paso a las fallas. Debemos mencionar que el eje debe soportar los esfuerzos del arranque de la bomba, los cuales son de cero rpm a 2000 rpm solo en segundos, arrastrando el peso de las partes del equipo y la línea de succión en bombeo.

Mencionaremos algunos factores que intervienen en el funcionamiento de una flecha en una bomba centrífuga.

Los torques

La temperatura del líquido, la cual puede alterar la flexibilidad de este.

Fuerzas hidráulicas, radiales y axiales.

Distancia entre apoyos

La velocidad crítica del diseño resultante. En el caso de que un eje de la bomba gire a una velocidad que coincida con su frecuencia natural, cualquier pequeña vibración se amplificará hasta provocar inestabilidad en la máquina, llegando a destruirla. La velocidad a la cual la flecha alcanza su frecuencia natural la denominaremos velocidad crítica. La velocidad crítica es un excelente indicador para seleccionar el diámetro de la flecha de una bomba centrífuga.



Imagen 5: eje de bomba

1.3.5 Sellos

Existen dos tipos de sellado: Uno mediante un sello mecánico y el otro con una caja de prensaestopas. En ambos casos es preciso evitar la marcha en seco de la bomba.

Sello Mecánico

Este tipo de sellado está formado por dos caras, una fija y otra móvil, ubicadas de forma perfectamente paralelas y plana una de otra, y también por un sellado secundario realizado por un elastómero.

El principal cuidado que se debe tener al utilizar este tipo de sello, es comprobar que los materiales de éste sean compatibles con el fluido a bombear.

En este tipo de sellado las fugas son escasas y casi invisibles (en forma de vapor), por lo que no requiere mantenimiento. A la hora de instalar un sello mecánico hay que recordar siempre, que se debe efectuar con un máximo de cuidado y limpieza y, que la protección de contacto de las superficies deslizantes, debe quitarse inmediatamente antes del montaje.



Imagen 6: Sellos mecánicos
Fuente: imagen sacada de internet

1.3.6 Sello con caja Prensa-Estopa

La prensa estopa es una junta consistente en un manguito o cámara circular que se llena de estopa, algodón y otras fibras embebidas de grasa en torno de un árbol, vástago, etc. Para evitar los escapes del fluido en los cilindros y otros órganos de las máquinas de vapor y bomba centrífugas.

Cuando se instala una bomba nueva en funcionamiento o se han renovado las empaquetaduras, se debe observar el funcionamiento de las empaquetaduras más cerca de lo que se hace normalmente. Puede cerrarse el agua de refrigeración al casquillo para comprobar su funcionamiento normal o ver si se encuentra algún detalle.

Durante las primeras horas, la prensa estopa puede gotear aproximadamente cien gotas por minuto, pero posteriormente se debe mantener una fuga adecuada entre cinco a treinta gotas por minuto.

Al seleccionar el tipo de empaquetadura, se debe observar la calidad y la temperatura del líquido al ser bombeado y el material del eje de la bomba.

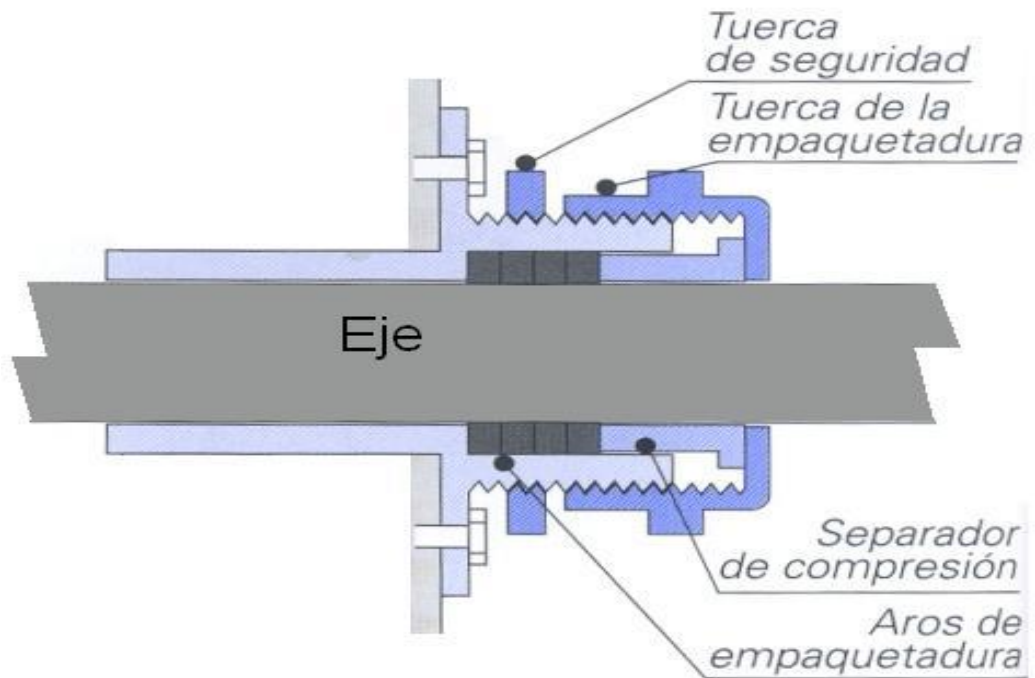


Imagen 7: Prensa estopa

Fuente: imagen sacada de internet

1.3.7 Impulsor abierto

Un impulsor abierto tiene álabes unidos únicamente al eje de giro y se mueven entre dos paredes laterales fijas. Cuenta con tolerancias laterales lo más cerradas posibles para evitar fugas.

Estos impulsores cuentan siempre con una pequeña pared posterior para dar la rigidez necesaria a los álabes. Los impulsores abiertos se utilizan en algunas bombas radiales pequeñas y para el bombeo de líquidos abrasivos.



Imagen 8: Impulsor abierto

Fuente: imagen sacada de internet

1.3.8 Impulsor semiabierto

Los impulsores con una sola pared lateral, que siempre es la posterior, se usan en las bombas de flujo mixto y todas las axiales. Para evitar fugas deben ser muy cerradas las tolerancias laterales. Estas fugas son tanto mayores cuanto menos viscoso es el líquido. Son más apropiados que los abiertos para manejar líquidos a altas temperaturas.

El desgaste del impulsor es proporcional a la velocidad relativa del líquido. No es radialmente uniforme, sino algo mayor en la periferia. Hay que cambiar el impulsor cuando el juego lateral se hace grande por el desgaste.

Para el manejo de líquidos abrasivos se colocan a veces placas laterales de desgaste. Están construidas con materiales especiales como el acero inoxidable.

La escasa tolerancia lateral del impulsor pueda tener graves consecuencias, como una posible desviación del eje. Las dilataciones o contracciones anormales tienen mucha mayor importancia que en los impulsores cerrados.



Imagen 9: Impulsor semi-abierto

Fuente: imagen sacada de internet

1.3.9 Impulsor cerrado

Los impulsores cerrados tienen los álabes colocados entre dos paredes laterales. Las tolerancias muy cerradas evitan fugas de retroceso entre la impulsión y la aspiración.

La principal ventaja de esta solución es que los aros de cierre se pueden reemplazar fácilmente, evitando así fugas mayores.

Los Impulsores cerrados son sellados por cierre mecánico o empaquetadura y son para bombeo de fluidos limpios o ligeramente agresivos ni partículas sólidas.



Imagen 10: Impulsor cerrado

Fuente: imagen sacada de internet

1.4 ¿Cómo funcionan las bombas centrífugas con el impulsor cerrado?

En este impulsor el líquido aspirado entra por la parte frontal del impulsor de forma axial y es guiado con las paredes de este en vez de las paredes de la carcasa, evitando así el mayor desgaste de la carcasa y reduciendo el deslizamiento. Aquí se aprecia la tolerancia entre la succión de la carcasa y la entrada al impulsor de forma radial, haciéndose mínima la recirculación del líquido dentro de la bomba.

Este tipo de impulsor es utilizado mayoritariamente para el trabajo con líquidos limpios y partículas muy pequeñas en suspensión.

1.5 ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del uso de bombas centrífugas con el impulsor cerrado?

1.5.1 Ventajas:

- Ausencia de empuje axial.
- Una menor NPSHr.
- Una mayor capacidad de aspiración.
- Los impulsores cerrados pueden resistir mucho mejor cualquier flexión del eje, contracciones y dilataciones. Son más adecuados para servicios de altas temperaturas.
- Hidráulicamente, el rozamiento de disco es doble al tener dos paredes en el impulsor, pero las pérdidas volumétricas son menores.

1.5.2 Desventajas:

Tienen la desventaja de que sus canales son normalmente inaccesibles para cualquier tipo de mecanizado.

La posibilidad de obstrucción con líquidos sucios es mayor.

1.6 Inspección y mantenimiento de bombas centrífuga de impulsor cerrado

1.6.1 Trabajo de mantenimiento

Aún bajo las circunstancias más favorables, una bomba tendrá que salir finalmente de servicio para permitir el reemplazo de las partes desgastadas. Esta sección describe los métodos estándar para reemplazar empaques y sellos y para alinear correctamente la bomba y el elemento accionador. El mantenimiento es una parte indispensable en la operación de las bombas.

1.6.2 □ Inspección diaria del funcionamiento de la bomba: Cuando hay un operador permanente asignado a la bomba, se debe hacer inspecciones horarias y diarias, y se debe informar de inmediato cualquier irregularidad en el funcionamiento de la bomba. Esto se aplica particularmente a cambios en el sonido de una bomba en funcionamiento, cambios bruscos en la temperatura de los cojinetes, bajas bruscas en el rendimiento de la bomba y fugas excesivas por los estoperos. Se debe hacer un examen de los manómetros y del medidor de circulación cada hora.

1.6.3 Inspección semanal: Cada seis meses, se debe comprobar el libre movimiento de las empaquetaduras de los estoperos; los anillos de los empaques se deben limpiar y aceitar y se debe inspeccionar la empaquetadura para determinar si es necesario reemplazarla. Se debe comprobar la alineación entre la máquina motriz y la bomba, y corregirla si es necesario. Los cojinetes lubricados con aceite se deben vaciar y volver a llenar con aceite nuevo. Se debe examinar que los cojinetes lubricados con grasa contengan la cantidad especificada y que todavía tengan la consistencia adecuada. ^[L]_{SEP}

1.6.4 Inspección anual: La inspección anual debe ser muy minuciosa. Además de efectuar la inspección semanal, se deben quitar los cojinetes para limpiarlos y examinar si tienen fallas. Las cubiertas o retenes de cojinetes se deben lavar con cuidado. Los cojinetes antifricción (rodamientos) se deben examinar para ver si tienen raspaduras y desgastes; estos cojinetes, después de lavarlos, se deben cubrir de inmediato con aceite o grasa para que no se oxiden.

Se deben quitar los estoperos y empaques y examinar las camisas de los ejes (o si los ejes no tienen camisa) para ver si hay desgaste.

Cuando se desconectan las mitades del acoplamiento para comprobar la alineación, se debe comprobar el movimiento vertical de eje de una bomba equipada con chumaceras en ambos extremos, con el empaque desmontado.

Cualquier movimiento vertical en exceso de la holgura original, requiere investigación para determinar la causa. El juego longitudinal (axial) permitido por los cojinetes, también se debe examinar; si excede el especificado por el fabricante se debe determinar y corregir la causa.

Toda la tubería auxiliar, como drenajes, agua para sellado y agua para enfriamiento, se debe examinar y lavar. Los enfriadores auxiliares se deben lavar a la inversa para

limpiarlos.

Se deben reemplazar los empaques en los estoperos y volver a alinear el acoplamiento entre la máquina motriz y la bomba.

1.7 Diagrama de causa y efecto en bomba centrífuga.

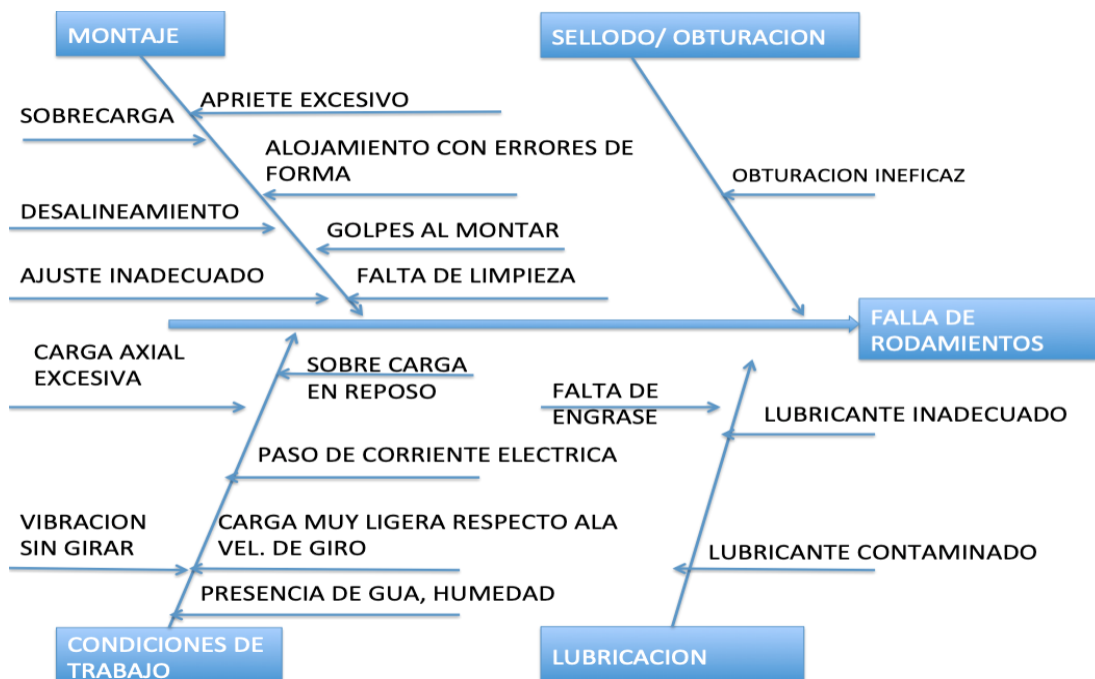


Diagrama 1: Causa y efecto en bomba centrífuga

Capítulo 2: Bomba centrífuga KSB KWPK 200-200-0403 DUUD10, área macerado planta Plywood. CMPC maderas

Esta es una de cinco bombas que se utilizan para impulsar condensado desde el Trommel hacia el sistema de aspersores de macerado. Donde los trozos se ablandan para facilitar el debobinado, mejorando la calidad superficial y resistencia de las chapas, a una temperatura aproximada de entre 60 a 65 °C.



Imagen 11: Bomba centrífuga KSB KWPK 200-200-0403 DUUD10
Fuente: propia

2.1 Descripción de la Bomba centrífuga KSB KWPK 200-200-0403 DUUD10

Bomba para bombeo de agua residuales depuradas, sucias, sustancias de alta viscosidad de todo tipo (sin mezclas acumulativas) y materiales en suspensión de hasta 6% de masa en seco absoluta.

2.2 Denominación

KWPK 200-200-0403 DUUD10

Abreviatura	Significado
KWP	Serie
K	Forma del rodete
200	Diámetro nominal de la boca de aspiración (mm)
200	Diámetro nominal de la boca de impulsión (mm)
0403	Diámetro nominal del rodete (mm)
DUUD	Código del material
10	Versión del diseño

Tabla 1: Denominación bomba KSB KWPK 200-200-0403 DUUD10

2.3 característica de la placa

1- Serie, tamaño, materiales, versión del diseño	2- Datos específicos del cliente (opcional)
3- Numero de referencia del pedido y numero de pedido ksb	4- Volumen de bombeo
5- Numero de revoluciones	6- Año de construcción
7- Caudal	8- Potencia de bombeo (opcional)
9- Otros datos necesarios (opcional)	



Tabla 2: característica de la placa

2.4 Materiales del diseño de la bomba KWPK 200-200-0403 DUUD10

Carcasa de bomba	Acero dúplex Noridur 1.4593
Placa de desgaste	Acero inoxidable dúplex Noridur DAS 1.4593
Tapa de presión	Acero dúplex Noridur 1.4593
Eje	Acero bonificado C45+N
Rodete	Acero inoxidable dúplex Noridur DAS 1.4593
Linterna de suportación de cojinetes	Fundición gris EN-GJL- 250
Junta tórica	Caucho flúor FPM
Casquillo del eje	Acero inoxidable dúplex 1.4462

Tabla 3: Materiales del diseño

2.5 Cojinetes

- Rodamiento lubricado con aceite
- Soporte de cojinetes de proceso con rotor de ajuste axial para regular la holgura entre el rodete y la placa de desgaste.

Soporte de cojinetes	Rodamiento del lado de la bomba	Rodamiento del lado de la transmisión
P10ax	NU 324	2 x 7224 BG

Tabla 4: Datos de cojinetes



Imagen 12: Rodamiento NU 324

Fuente: propia



Imagen 13: Rodamiento 7224 BG

Fuente: imagen sacada de internet

2.5.1 Lubricación de rodamientos

Los rodamientos se lubrican con aceite mineral

2.5.2 Calidad del aceite

- SAE 20W/ 20HD o bien
- CLP 68 según DIN 51 517

2.5.3 Consistencia del lubricante

Denominación	Características	
Aceite lubricante CL 68 o CLP68 conforme a DIN 51517	Viscosidad cinemática a 40°C	68+_ 6 mm ² /s
	Punto de inflamación (según Cleveland)	+175 °C
	Punto de fluidez (pourpoint)	-9 °C
	Temperatura de funcionamiento	0-175 °C

Tabla 5: Consistencia del lubricante

2.5.4 Cantidad de aceite

Soporte de cojinetes	Rodamiento lado de la bomba	Rodamientos lado transmisión	Cantidad de aceite [l]
P10ax	NU 324	2 x 7224 BG	4

Tabla 6: Cantidad de aceite

2.5.5 Intervalos para el cambio de aceite

Cambio de aceite	Intervalo soporte de cojinete P10ax
Cambio de aceite del llenado inicial	Tras 300 horas de servicios
Cambio de aceite sucesivos	Tras 8.000 horas de servicio

Tabla 7: Intervalos para el cambio de aceite

- Con una temperatura en la posición del cojinete de hasta 90 °C
- Una vez al año como mínimo
- Si el aceite presenta impureza, realizar cambio de aceite con más frecuencia

2.6 Diseño y modos operativos

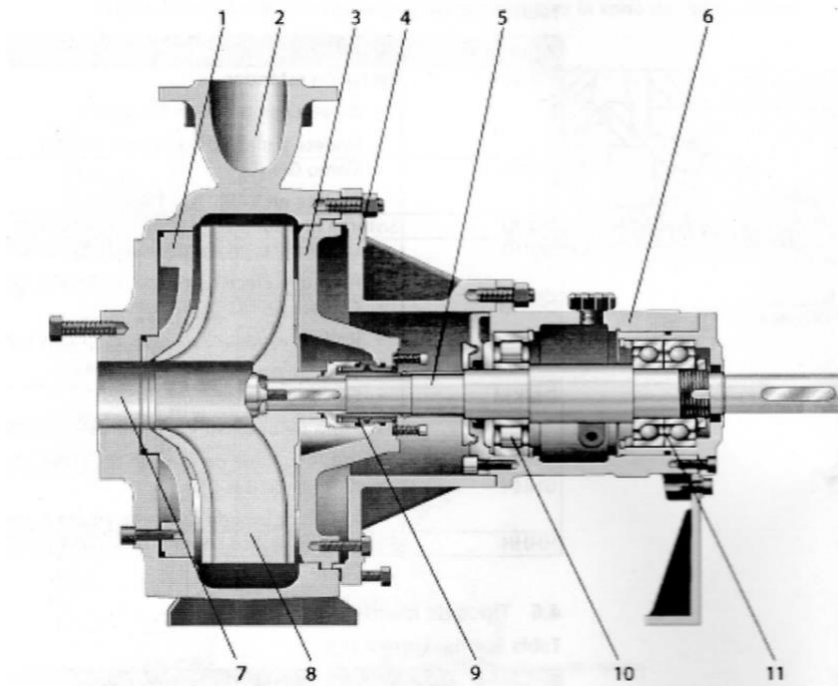


**Imagen 14: Diseño y modo operativo de bomba KSB KWPK 200-200-0403
DUUD10**

Fuente: manual de ksb

1	Placa de desgaste	2	Carcasa/boca de impulsión
3	Tapa de carcasa	4	Linterna del soporte de cojinetes
5	Eje	6	Soporte de cojinetes
7	Carcasa/de aspiración	8	Rodete
9	Cierre del eje	10	Rodamiento, lado de la bomba
11	Rodamiento, lado accionamiento		

2.6.1 Modelo

La bomba de carcasa en aspiración horizontal, no auto aspirante, con división radial y diseño de extracción trasera está equipada con una entrada de corriente axial y una salida de corriente radial.

El rotor utiliza un cojinete de ajuste axial y está conectado con el motor a través de un acoplamiento del eje.

2.6.2 Modos operativos

La bomba centrífuga transmite energía mecánica al líquido en circulación mediante el giro uniforme del rodete.

El líquido de bombeo penetra axialmente a través de la tubuladura de aspiración (7) en la bomba y el giro del rodete (8) lo acelera hacia fuera. En el flujo de corriente de la carcasa de la bomba, la energía cinética del líquido de bombeo se transforma en energía de presión. Mediante la tubuladura de impulsión (2) el líquido de bombeo sale de la bomba.

La carcasa está equipada con una placa de desgaste intercambiable (1). La ranura de choque diagonal evita las repetidas desviaciones de la corriente de la hendidura en dirección a las tubuladuras de aspiración. De este modo se obtendrá una vida útil más prolongada durante el uso con líquidos con sustancias sólidas. el cojinete ajustable axialmente permite ajustar una holgura de sellado óptima.

La carcasa está cerrada con una tapa de presión (3). A través de la cual pasa el eje (5). Un cierre del eje (9) asegura un aislamiento fiable frente a la influencia del entorno.

El eje se aloja en el rodamiento lubricado con aceite (10 y 11). El soporte de cojinetes (6) se une a la carcasa a través de una linterna del soporte de cojinetes (4)

2.7 Hoja de dato de bomba KSB KWPK 200-200-0403 DUUD10 de impulsor cerrado en área de macerada planta Plywood

Hojas de datos



Nº de pos. cl.: 9972966390/100
 Fecha de pedido: 2016-03-30
 N° de pedido: OC243381-0
 Cantidad: 2,000

Número: 9973169962 - T12
 N° de Pos: 000100
 Fecha: 2016-03-31
 Pagina: 3 / 7

KWPK200-200-0403 DUUD10TA-0-----4
 Carcasa espiral en ejecución de proceso

Versión nº.: 2

Datos de trabajo

Caudal bombeado requerido	503,60 m³/h	Corriente volumétrica	503,65 m³/h
Altura de bombeo requerida	36,50 m	Altura de bombeo	36,51 m
Medio bombeado	+ Mercerated water + (hot water with tree crust and sand) No contiene sustancias químicas o mecánicas que afecten a los materiales	Eficiencia	81,9 %
Temperatura ambiente	20,0 °C	Absorción de potencia	61,02 kW
Temperatura del medio a bombear	92,0 °C	Velocidad de rotación de la bomba	1488 rpm
Densidad del fluido	1000 kg/m³	NPSH requerido	3,28 m
Viscosidad del medio a bombear	1,00 mm²/s	Presión permitida de trabajo	10,00 bar.r
Máx presión de aspiración	0,00 bar.r	Pres. descarga	3,58 bar.r
Potencia máxima de curva	73,10 kW	Altura de bombeo en el punto de caudal cero	46,06 m
		Caudal máximo admisible	872,28 m³/h

Ejecución

Bomba estándar	Sin	Fabricante lado atm	Burgmann
Bomba sin accesorios grupo de Diseño	arrastre Para montaje sobre la placa de base	Tipo lado atm.	M3S3
Orientación	Horizontal	Código material lado atm.	SBVGG
Diam. Nominal de aspiración	DN 200	Plan de estanqueidad	TA Tandem-GLRD en tapa A
Presión nominal de aspiración	PN 10	Cámara de montaje de la junta	Cámara cónica de junta (Tapa A)
Posición de aspiración	axial	Diámetro del rodete	350,0 mm
Diám.nominal descarga	DN 200	Tamaño paso libre	40,0 mm
Presión nominal de descarga	PN 10	Dirección de rotación del arrastre	Sentido agujas del reloj
Posición de la tubuladura de presión	arriba (0° / 360°)	Construcción de la abrazadera de sujeción	estándar (normal)
Brida de descarga taladrada de acuerdo con la norma.	EN1092-1	Tamaño del soporte del cojinete	P06x
Tipo de superficie	Cara plana inclinada B1 (EN 1092-1)	Junta de cojinete	Junta de labios
Boca de aspiración taladrada de orificios ciegos roscados 1.25 d	de acuerdo con DIN 2501 con	Tipo de cojinete	Rodamiento
Cierre del eje	GLRD de doble efecto	Tipo de lubricación	Aceite
Fabricante	KSB	Vigilancia de lubricación	Regulador del nivel del aceite
Type	4K	Color	Azul ultramarino (RAL 5002)
Código de material	Q1Q1VGG1	Número de álabes	Azul KSB
			6

Accionamiento, accesorios

Tipo de accionamiento	Motor eléctrico	Selección del control de velocidad	Velocidad fija
Accionamiento mecán. estándar	IEC	Frecuencia	50 Hz
Accionamiento suministrado por	sin motor	Potencia dimensionada P2	75,00 kW
Formato constructivo del motor	B3	Reserva disponible	22,91 %
Tamaño del motor	280S	Nº de polos	4

Imagen 15: Hoja de dato de bomba KSB KWPK 200-200-0403 DUUD10
Fuente: manual de ksb

Hoja de curvas

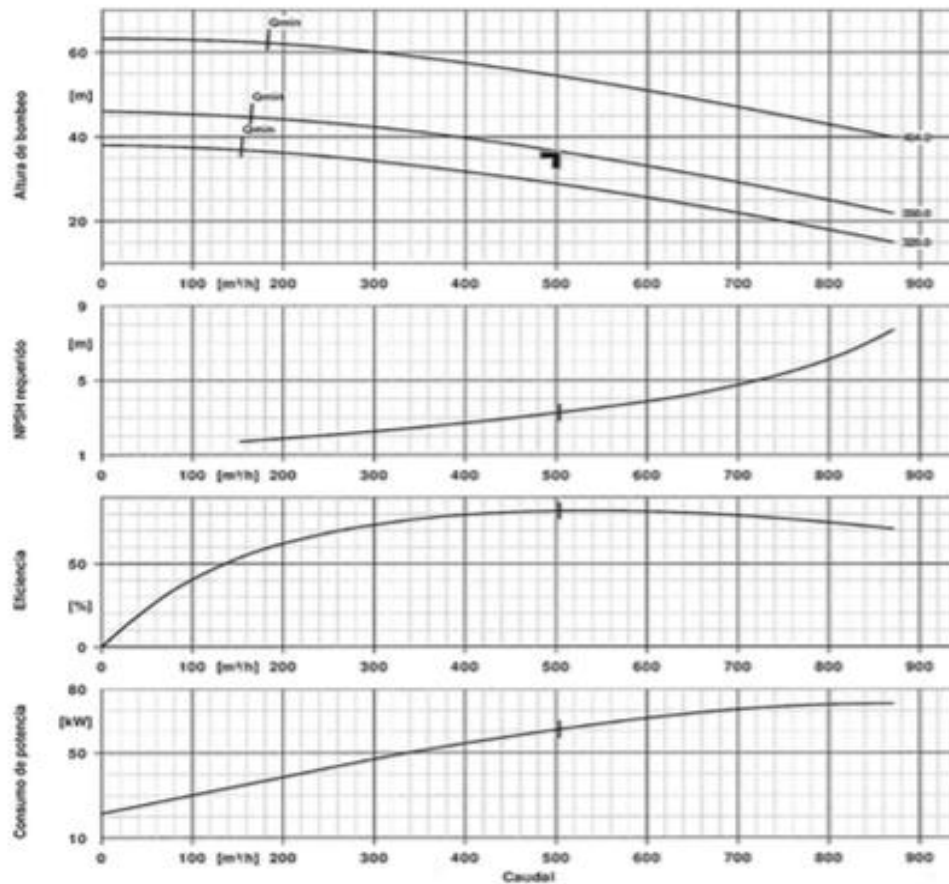


Nº de pos. cl.: 9972966390/100
 Fecha de pedido: 2016-03-30
 N° de pedido: OC243381-0
 Cantidad: 2,000

Número: 9973169962 - T12
 N° de Pos: 000100
 Fecha: 2016-03-31
 Página: 5 / 7

KWPK200-200-0403 DUUD10TA-0-----4
 Carcasa espiral en ejecución de proceso

Versión nº.: 2



Datos de curvas

Velocidad de giro	1488 rpm	Altura de bombeo requerida	36,50 m
Densidad del fluido	1000 kg/m³	Eficiencia	81,9 %
Viscosidad	1,00 mm²/s	Absorción de potencia	61,02 kW
Corriente volumétrica	503,65 m³/h	NPSH requerido	3,28 m
Caudal bombeado	503,60 m³/h	Número de curva	K33359
Caudal bombeado requerido		Diámetro efectivo del rodete	350,0 mm
Altura de bombeo	36,51 m		

Imagen 16: Hoja de curva bomba KSB KWPK 200-200-0403 DUUD10

Fuente: manual de ksb

Capítulo 3: Propuesta de mantenimiento predictivo y preventivo a bomba KSB KWPK 200-200-0403 DUUD10 de impulsor cerrado

3.1 Técnicas predictivas a proponer para la bomba KSB KWPK 200-200-0403 DUUD10 de impulsor cerrado

- Inspecciones visuales
- Comprobación de caudales de entrada y salida
- Comprobación de presiones de entrada y salida
- Medida del consumo de corriente
- Termografía
- Medición de temperatura
- Análisis de vibraciones
- Análisis de ruidos

3.2 instrumento para medición de parámetros

3.2.1 Pirómetro laser

Es un instrumento que mide la temperatura de una determinada sustancia sin la obligatoriedad de estar en contacto con dicha sustancia. Es capaz de medir elevadas temperaturas. Su rango va de – 50 grados Celsius hasta + 4000 grados Celsius.



Imagen 17: Pirómetro laser

Fuente: imagen sacada de internet

3.2.2 Estetoscopio industrial

Es un instrumento para localizar ruidos en máquinas e instalaciones, como, por ejemplo, ventiladores, émbolos y bombas. Este instrumento es ideal para la inspección de ruidos o el control de vibraciones de rodamientos, el comportamiento oscilatorio de piezas en sectores de investigación y desarrollo, o para la inspección continua.

Los ruidos de los rodamientos se amplían enormemente con la ayuda del estetoscopio, y mediante los auriculares muy bien aislados, se reducen notablemente los ruidos ambientales. El estetoscopio electrónico se envía con dos puntas de medición diferentes. Esto permite acceder a lugares de difícil acceso.



Imagen 18: Estetoscopio industrial

Fuente: saca de internet

3.2.3 Analizador de vibraciones

Los analizadores de vibración se usan para medir vibraciones y oscilaciones en muchas máquinas e instalaciones, así como para el desarrollo de productos (p.e. de componentes o herramientas). La medición proporciona los siguientes parámetros: aceleración de la vibración, velocidad de vibración y variación de vibración.



Imagen 19: Analizador de vibraciones

Fuente: imagen sacada de internet

3.2.4 Amperímetro

Un amperímetro es un instrumento que se utiliza para medir la intensidad de corriente que está circulando por un circuito eléctrico. Un micro amperímetro está calibrado en millonésimas de amperio y un miliamperímetro en milésimas de amperio.



Imagen 20: Amperímetro

Fuente: imagen sacada de internet

3.2.5 Cámara termo grafica

La termografía es una técnica que permite calcular y determinar temperaturas a distancia, con exactitud y sin necesidad de contacto físico con el objeto a estudiar. La termografía permite captar la radiación infrarroja del espectro electromagnético, utilizando cámara térmicas o de termovisión. Conociendo los datos de las condiciones del entorno (humedad y temperatura del aire, distancia a objeto termografiado, temperatura reflejada, radiación incidente,...) y de las características de las superficies termografiadas como la emisividad se puede convertir la energía radiada detectada por la cámara termo gráfica en valores de temperaturas.



Imagen 21: Cámara termo grafica

Fuente: imagen sacada de internet

3.3 Propuesta de mantenimiento preventivo semanal para bomba KSB KWPK 200-200-0403 DUUD10 de impulsor cerrado

El objetivo principal consiste en la detección de fallos en fase inicial para solucionarlos de inmediato, si es posible, o en el momento oportuno si no lo es. Estas inspecciones contemplan las siguientes tareas sobre la bomba:

3.3.1 Inspección semanal bomba en funcionamiento

Observación	Condición y observación
Ruido anormal en bomba en servicio	Si presentara ruido anormal se debe determinar de donde procede
Ruido anormal en motor en servicio	Si presentara ruido anormal se debe determinar de donde procede
Soltura en anclaje de bomba	Se debe hacer un reapriete de pernos si fuese necesario
Soltura en anclaje de motor	Se debe hacer un reapriete de pernos si fuese necesario
Estado de sello mecánico	El sello mecánico no debe presentar fuga alguna
Temperatura de housing de bomba	No debe superar los 70° C
Temperatura de housing de motor	No debe superar los 70° C
Estado de sellado en succión	No debe presentar fuga alguna
Estado de sellado en descarga	No debe presentar fuga alguna
Presión de impulsión	Entre 1 a 2 bar

Tabla 8: inspección semanal en funcionamiento de bomba

3.3.2 Inspección semanal bomba detenida

Observación	Condición y observación
Nivel de aceite lubricante en housing de bomba	Se debe revisar el nivel de aceite y si fuese necesario rellenar
Estado visual de aceite lubricante n housing de bomba	Se debe revisar el estado del aceite y si fuese necesario el cambio. Determinar el porque el mal estado del aceite.
Palanqueo de eje bomba	Se debe revisar si hay juego axial o radial.
Palanqueo eje motor	Se debe revisar si hay juego axial o radial.
Estado de machón de acople	Se debe revisar el estado y si fuese necesario realizar su cambio.
Estado de elemento flexible	Se debe revisar el estado y si fuese necesario realizar su cambio.
Estado básico de alineación en machones	Se debe revisar y si fuese necesario realizar alineamiento con equipos específicos para el trabajo a ejecutar.
Giro manual y comprobar roces	Comprobar si tiene roces y determinar de donde proceden.
Revisar fijación de pernos en bomba y motor	Realizar reapriete de pernos si fuese necesario.
Estado de la protección en zona de acoplamiento	Si la protección está en mal estado se debe realizar el cambio.

Tabla 9: inspección semanal bomba detenida

Capítulo 4: Propuesta de reparación general anual de partes especiales

4.1 Propuesta de Reparación general

Es difícil establecer las reglas generales para la frecuencia de la reparación general o el reacondicionamiento de una bomba, pues depende del servicio, construcción y materiales de ésta, del líquido manejado y de la evaluación económica entre el costo de la reparación general y el costo de las pérdidas de potencia resultantes por los aumentos en las holguras o por desperfectos repentinos. Algunas bombas en servicio muy severo, pueden requerir reacondicionamiento mensual, mientras que en otras aplicaciones solo lo requieran cada dos, cuatro años, o incluso más.

No se debe abrir una bomba para inspeccionarla, salvo que existan evidencias reales o circunstanciales que indiquen que es necesario el reacondicionamiento. La evidencia real implica que el comportamiento de la bomba se ha reducido en forma importante, o que el ruido o la sobrecarga de la máquina motriz indican una dificultad. La evidencia circunstancial implica la experiencia previa con ese tipo de bomba o equipo en servicio similar.

Para volver a poner en servicio con prontitud la bomba, es necesario tener siempre un stock adecuado de piezas y repuestos.

La complejidad de las reparaciones, instalaciones disponibles en el sitio y muchos otros factores, intervienen en la decisión de reparar la bomba localmente o enviarla a la planta del fabricante.

4.2 Mantenimiento de partes especiales

4.2.1 Mantención del rodete

Cuando se saca el rodete de la carcasa de una bomba deberá examinarse cuidadosamente en todas sus superficies para ver si hay desgaste indebido, como de abrasión, corrosión o cavitación. Generalmente es necesario un análisis químico de laboratorio del líquido bombeado, para determinar si la corrosión es la causa de desgaste indebido. Por supuesto, si se identifica el desgaste por corrosión, se vuelve necesaria la sustitución de los metales por otros mejores.

Si los rodetes se pican o erosionan rápidamente, con frecuencia se debe al aumento en el costo de aleaciones especiales. En las bombas pequeñas, se corrige mejor el desgaste del rodete reponiendo este, porque el tamaño de la bomba no permite que se reconstruya. Cuando la reconstrucción por soldadura de latón, estaño o autógena y similares, es posible, el costo es alto y, por lo tanto, la reposición, es por lo general, la mejor solución. La mayoría de los rodetes más grandes darán muchos años de servicio, a pesar de la abrasión, si las áreas erosionadas se corrigen “rellenando” el material.

Los rodetes rajados raramente se pueden reparar correctamente, por lo que será mejor reponerlos. Siempre que se saque durante una reparación un rodete del motor de la bomba, debe chequearse el equilibrio.

Para balancearlo manualmente, el rodete se monta en un eje, cuyos extremos se colocan en dos filos de navaja a nivel. Si el rodete está desbalanceado, dará vuelta al eje y quedará en reposo con su parte más pesada hacia abajo. Se debe quitar el metal de esta porción, de manera tal que el funcionamiento de la bomba no se altere.

4.2.2 Mantenimiento de Ejes

Durante la reparación de una bomba, el eje debería examinarse cuidadosamente para ver si hay señales de desgaste o irregularidades, especialmente en todos los ajustes importantes, como lo son los calibres de los cubos de rodete, debajo del buje del eje y en los cojinetes. El eje puede dañarse por oxidación o picándose, debido al escurrimiento bajo los rodetes o bujes del rodete.

Después de la inspección visual, el eje debería colocarse en centros y verificar su concentricidad. No debería corregirse un eje doblado o deformado, pues el proceso es difícil aún en la fábrica especialmente equipada para hacer el trabajo. Tampoco debe soldarse un eje que haya sido dañado, porque siempre se deformará. Los ejes doblados o deformados deberán reponerse siempre.

Si el costo de un eje es alto, y se cuenta con las facilidades adecuadas, algunas veces se puede reparar un eje desgastado, por metalización a chorro y retorneándolo luego. Después que se ha reparado el eje, debe inspeccionarse para ver si hay alguna deformación, como, por ejemplo, excentricidad, que provoque desbalance en el mismo; y luego volver a verificarlo cuando ya se ha armado completamente el rotor, para asegurarse de que no se ha deformado por apretadura excesiva de las tuercas del eje.

Un eje de acero puede oxidarse debido a escurrimiento entre el eje y el cubo del rodete si la fundición es porosa en ese punto. Ese escurrimiento es muy difícil de controlar, pero el escurrimiento por las juntas de metal del buje y el cubo del rodete, se puede controlar a veces usando empaquetaduras. La filtración corrosiva o el escurrimiento pueden a veces justificar el uso de material resistente a la corrosión en vez del acero ordinario.

Existen materiales para la construcción de ejes más resistentes a la corrosión como lo son los ejes de monel, estos se usan comúnmente en bombas que trabajan con agua de mar, aun cuando los bujes del eje protegen contra el contacto directo con este líquido.

4.2.3 Mantención de empaquetadura de carcasa

La manutención de la empaquetadura de carcasa, consiste esencialmente, en cambiarla por una nueva. Exceptuando algunos diseños especiales, todas las bombas tienen empaquetaduras que están sujetas a dañarse cuando se abre la bomba. Si la empaquetadura vieja se adhiere a la mitad inferior de la carcasa y está en buenas condiciones, no es necesario cambiarlas. Sin embargo, deberá reponerse, si tiene algunos años, y por esta razón siempre debe tenerse una empaquetadura nueva de repuesto disponible.

4.2.4 Mantención de manguitos o bujes

Los manguitos o bujes de ejes son, generalmente, la parte de la bomba que se desgasta más rápidamente y las que se requieren con más frecuencia reponer. Una vez que los manguitos se han desgastado apreciablemente, la empaquetadura no puede ajustarse para evitar escurrimiento excesivo, de hecho, los manguitos desgastados rasgan y marcan cualquier empaquetadura nueva tan pronto como se coloca. Por ello, los manguitos requieren frecuentemente reparación o reposición cuando no es necesaria ninguna otra reparación de la bomba.

Los manguitos de ejes algunas veces se reparan con soldadura o metalizado a chorro y luego rectificándolos. Este procedimiento no se recomienda para las bombas en servicio severo, o si las facilidades son inadecuadas para la rectificación o acabado final. Es necesario asegurarse de la concentricidad del esmerilado como de la perpendicularidad de las caras radiales del eje a sus bordes. La concentricidad se deberá volver a rectificar después de armar el rotor.

Los manguitos reparados deben tener una superficie buena, bien lisa y las partes restauradas no deben tener defectos ni deformación. Si se cuenta con las facilidades, puede ser conveniente tratar de rectificar y usar nuevamente un conjunto de manguitos desgastados para establecer si el procedimiento se puede realizar.

4.2.5 Mantenimiento de la carcasa

Las bombas que manejan agua o líquidos no corrosivos generalmente no están sujetas a desgaste fuertes de las carcasas. Sin embargo, las vías de agua de la carcasa siempre deben tenerse perfectamente limpias y repintarse durante una reparación general. Se debe usar pintura adecuada que adhiera firmemente al metal de manera que la velocidad del agua no la lave o arranque.

Se debe establecer un programa de limpieza y repintura basado en las condiciones locales. Esto evitará que la capa protectora se desgaste completamente antes de reponerla, evitando así la corrosión. La erosión o el desgaste pueden reducirse seleccionando bombas para bajas velocidades de agua y con carcasas de metal de grano fino.

En aplicaciones difíciles de bombeo, las carcasas deberán examinarse regularmente para ver si hay corrosión, la que se indicará por grafitización del hierro fundido.

Si la carcasa esta picada o gastada en ciertos lugares, se puede reparar con soldadura de latón, de plata o metalizado a chorro, dependiendo del material de construcción y de las facilidades disponibles. Se debe tener un cuidado especial para examinar y reacondicionas los ajustes de metal a metal en los que las partes estacionarias como anillos de carcasa, difusores, o piezas de etapa se asientan en la carcasa. Si la carcasa es de acero y estos ajustes muestran señales de erosión, podría ser ventajoso carearlos con acero inoxidable 18-8 y rectificarlos. Se debe tener cuidado para no deformar o torcer la carcasa durante la reparación.

4.2.6 Mantenición de cojinetes resistente a la fricción

El mantenimiento de las partes de una máquina sirve en gran parte para brindarle mayor rendimiento al equipo en conjunto. Por esto, si se aplican los ejercicios de mantenimiento y lubricamos apropiadamente los cojinetes resistentes a la fricción en este caso en las bombas centrífugas, lograremos aportar considerablemente una mayor vida útil tanto al cojinete como al conjunto armado y estarán excepcionalmente libres de dificultades a la hora de trabajar en un ambiente normal de trabajo y bajo las condiciones esperadas para tales piezas.

4.2.7 El lubricante requerido para los cojinetes

Deben estar libres de ingredientes químicos o mecánicamente activos, como calibre, oxígeno de fierro, y sustancias minerales o sólidas similares de cualquier carácter.

La menor tendencia posible de cambio de consistencia, ya sea espesamiento, separación de aceite, formación de ácidos, endurecimientos, aglomeraciones, o algo parecido.

Un punto de fusión considerablemente más alto que a la temperatura de operación. La selección de aceite lubricante es más fácil, son más uniformes en su carácter y, si son resistentes a la oxidación, la formación de gomas y la evaporación, pueden escogerse principalmente con base en una viscosidad adecuada.

Para mantener segura la lubricación, use cantidades más grandes de aceite, generalmente de viscosidad más alta para poder reducir la pérdida por evaporación o escurrimiento.

Para la re-lubricación no es recomendable programar periodos fijos para arreglar o renovar el lubricante en cojinetes antifricción, sino mejor seguir el periodo especificado establecido por el fabricante de la máquina.

4.2.8 Mantenición a sello mecánico

El sello mecánico no debe presentar ninguna fuga, si presentara fuga se debe realizar su cambio y verificar si el eje esta con desgaste en la zona donde se ubica el sello mecánico.

4.2.9 Mantenición a prensa estopa

Después de un periodo corto de operación, revise que el área de la estopera y del casquillo de prensaestopas no esté caliente. Si detecta calentamiento, afloje las tuercas del casquillo de prensaestopas uniformemente hasta que el agua apenas comience a salir de la estopera en forma de GOTAS. El agua no debe salir en chorro o roció. Revise que la estopera permanezca fría. Ajuste las tuercas del casquillo de prensaestopas UNIFORMEMENTE según sea necesario para lubricar y enfriar la empaquetadura. Si el casquillo está apretado al límite del recorrido del casquillo de prensaestopas, significa que se requiere empaquetadura adicional.

4.2.10 Control de juegos axiales

La importancia de chequear los huelgos axiales de la bomba es para determinar en qué posición se encuentra la hidráulica (rodetes) del equipo. Esto porque si se encuentra fuera de su centro la entrega del fluido al difusor no se realizará adecuadamente, al no coincidir la descarga de los rodets con la entrada del difusor.

Antes del desarme se debe controlar el gap (reloj comparador) de la tapa del soporte de cojinete con el fin de determinar si la hidráulica realmente se encontraba en su centro. De no estar en el centro sería una de las “causas de la recirculación interna del equipo”.

4.2.11 Control de juegos radiales

Estos juegos son controlados una vez que la bomba se encuentra totalmente desarmada, estando disponible así las partes a chequear como anillos, rodets y difusores.

Para la medición de juegos radiales se debe contar con los siguientes elementos:

Micrómetro interior.

Micrómetro exterior.

Reloj Comparador.

Pie de metro.

Las partes que se deben chequear son:

- embolo casquillo
- cuello – anillo y/o arandela
- cubo difusor

4.2.12 control del eje

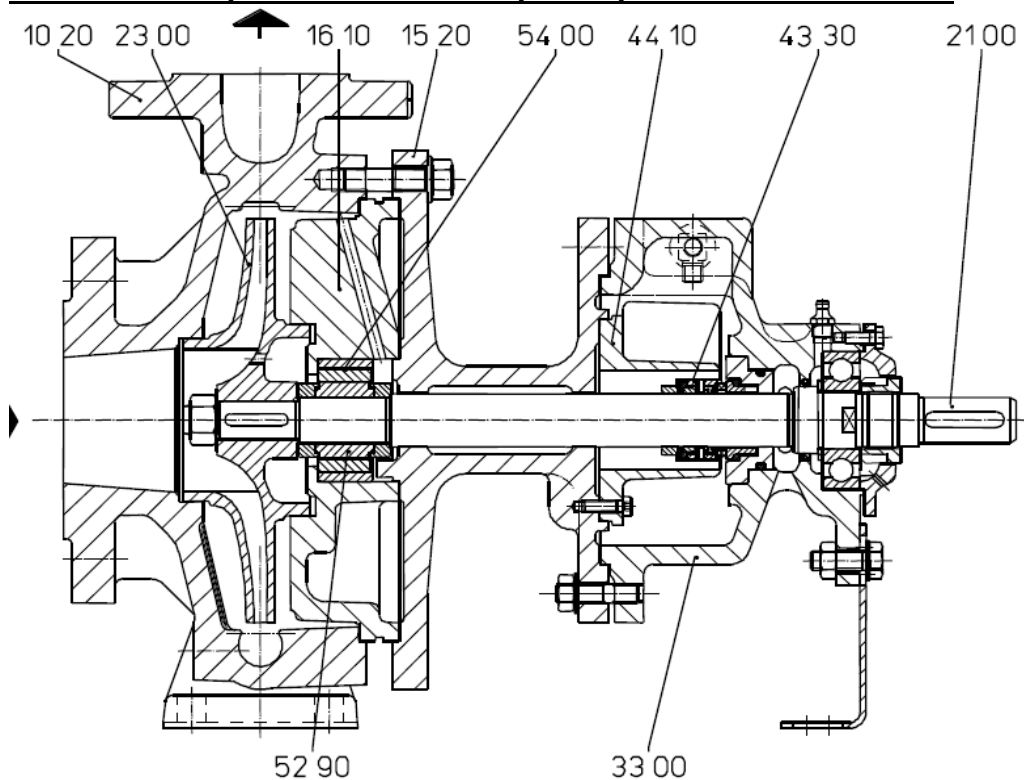
Si se encuentra con flexión podría generar roce interno entre las partes rotatorias y estacionarias y, a su vez, altas vibraciones, que son muy perjudiciales para algunos componentes de la bomba como lo son: rodamientos, sellos mecánicos, entre otros. Incluso puede afectar al motor que la conduce, por lo mismo es de suma importancia el adecuado control en el desarme y/o peritaje.

La máxima flexión del eje es de 0,03 milímetros.

En el eje de la bomba, por la longitud que tiene se debe tomar, a lo menos, cinco mediciones, las cuales deben ser en los extremos, descansos, zona de los rodets y compensación. En los 5 puntos especificados se debe medir a los 0°, 90° y 180° respectivamente.

4.3 EVALUACION DE REPARACION BOMBA KSB KWPK 200-200-0403 DUUD10						
COD SAP	DESCRIPCION	CANTIDAD	STOCK	ESTADO	CPR	COSTO
21040440	AROSSELLO 41.20	1	2	0	\$ 43.000	\$ 43.000
21040430	BUJE GR 54.00	1	3	0	\$ 575.000	\$ 575.000
21040428	BUJE 52.90	1	2	0	\$ 507.000	\$ 507.000
21040424	SELLO MECANICO 43.30	1	1	0	\$ 760.000	\$ 760.000
21040418	UNION 40.00	2	1	0	\$ 75.000	\$ 75.000
6251510	RODAMIENTO RIGIDO BOLA	1	1	0	\$ 28.000	\$ 28.000
21040414	CUBIERTA 16.10	1	1	3	\$ 0	\$ 593.000
21040451	EMPAQUETADURA	1	4	0	\$ 51.000	\$ 51.000
21040416	IMPULSOR 23.00	1	0	3	\$ 0	\$ 968.000
21040547	EJE L540 21.00	1	0	2	\$ 553.000	\$ 553.000
21040420	COPLA UNION RECTO POS 40.01	1	1	2	\$ 54.230	\$ 54.230
12788084	SELLO MECANICO POS 24.00		1	2	\$ 384.000	\$ 384.000
21040422	UNION 41.10	1	5			
					\$	\$
					3.030.230	4.591.230

Tabla 10: Presupuesto de evaluación para reparación de bomba KSB



4.4 Procedimiento de trabajo para reparación de la bomba centrífuga

4.4.1 Instrucciones para el desmontaje de la bomba

Se debe tomar en cuenta que antes de realizar el trabajo de desmontaje se debe tener el equipo bloqueado y desconectado del MCC. Además, se debe trabajar con los EPP correspondiente para el trabajo y herramientas adecuadas. El trabajo se debe realizar de forma segura y con profesionalismo.

4.4.2 Secuencia del desmontaje de la bomba

1. Cierre las válvulas de aspiración (cuando haya) y la de descarga. Vacíe la bomba sacando el tapón (903.3).
2. Cerrar la válvula y desconectar las tuberías auxiliares (si hubieran).
3. Sacar el protector del acoplamiento (si hubiera).
4. Retirar el tapón de desaireación (purga) (672) y el tapón (903.6) y vaciar el aceite del soporte.
5. Si el manguito de acoplamiento tuviera distanciador retírelo, si no tuviera, desconecte el manguito y desplace el accionador.
6. Extraer el manguito de acoplamiento del eje de la bomba usando un sacador, aflojando antes el tornillo de cabeza hueca que fija el manguito.
7. Aflojar los tornillos que fijan el pie de apoyo (183) a la base.
8. Aflojar los tornillos (901.2) o los tornillos (901.5), sea el caso.
9. Apreté uniformemente los tornillos extractores (901.3) y todo el conjunto será extraído para afuera. La tapa de presión que está fijada con espárragos entre el soporte de cojinete y la carcasa espiral, no posee tornillos extractores.
10. Colocar los tornillos extractores (901.03) de vuelta en su posición original de manera que no estorben el montaje posteriormente.
11. Colocar un calzo de madera en la región en voladizo del conjunto. Frenar el eje mediante un dispositivo montado en la región de la chaveta del manguito de acoplamiento (940.2)
12. Aflojar y retirar el tornillo del rodete (906) y la junta (400.4).
13. Sacar el rodete (230, la chaveta (940.1) y la junta (400.1).
14. Aflojar los tornillos (901.4) cuando hubieran. Aflojar las tuercas (920) y sacar la brida del prensaestopas (452) (si aplicable). Extraer la tapa de presión (163) y la junta (400.2), sacar entonces el casquillo protector del eje (524) y las piezas del sello mecánico (433) (si aplicable).
15. Sacar el anillo difusor (507) y la chaveta (940.2).
16. Aflojar el tornillo (901.6) y soltar el pie de apoyo (183).
17. Aflojar los tornillos (901.5), sacar las tapas del cojinete (360) y las juntas planas (400.3). Cuidado para no dañar los anillos de junta radial del eje (421) que salen junto con las tapas del cojinete.
18. Golpear la punta del eje (210) del lado de la aspiración con un pedazo de plomo, haciendo que los anillos exteriores de los rodamientos (321) deslicen dentro del soporte del cojinete (330) hasta ser extraídos completamente.

19. Extraer las piezas del interior de la cámara del prensaestopas tales como; anillos de la empaquetadura (461); anillo de cierre (458); manguito de fondo (456) o anillo de fondo (457) (bombas con prensaestopas).
20. Extraer la cara estacionaria del sello mecánico de la tapa de presión (163) (bombas con sello mecánico).

Posteriormente todo el conjunto estará disponible para análisis y mantenimiento

4.4.3 Instrucciones para el Montaje

Antes del montaje todas las piezas deben estar limpias y sin rebarbas.

4.4.4 Secuencia de Montaje de Bomba

Antes del montaje los rodamientos en el eje, ellos deben ser calentados en un horno o en baño de aceite hasta una temperatura de 80°C a 90°C mayor que la temperatura del eje, durante 30 minutos, no obstante, no se debe exceder el límite máximo de 125°C.

1. Montar los rodamientos (321) en el eje. Con la ayuda de pedazo de plomo montar el eje en el soporte desde el lado de la aspiración, haciendo que el anillo exterior del rodamiento deslice dentro del soporte hasta que se obtenga una medida igual de los dos lados del soporte y poder encajar las tapas del cojinete.
2. Montar los anillos de junta radial del eje (421) en las tapas del cojinete (360) y montar las tapas con mucho cuidado para no dañar los anillos de junta ni las juntas planas (400.3).
3. Colocar los tornillos (901.5). Encajar el pie de apoyo (183) y apretar el tornillo (901.6) con la arandela (554.3).
4. Ponga un calzo de madera en el soporte de cojinete (330) en la parte en voladizo. Introduzca el anillo difusor (507) (si aplicable) en el eje, pero sin recostarlo a la tapa del cojinete (360).
5. Colocar los espárragos (902) en la tapa de presión, poner entonces los anillos de empaquetadura en la cámara del prensaestopas (bombas con prensaestopas).
6. Montar la cara estacionaria del sello mecánico (433) en la tapa de presión (163) (bombas con sello mecánico).
7. Montar la brida del prensaestopas (452) recostando las tuercas (920) (bombas con prensaestopas).
8. Instalar las piezas del sello mecánico (433) en el manguito protector del eje (524). Colocar un poco de aceite fino (SAE10 o SAE20) o vaselina para las partes en contacto con el sello (433) (bombas con sello mecánico).
9. Ensamblar el casquillo protector en el eje, untado con Molykote Pasta G en su diámetro interior; guiar la junta plana (400.2) en la tapa de presión; colocar

4.5 Tabla de listado de repuestos sugeridos para mantener en bodega.

Repuestos	Stock en bodega
Impulsor	1
rodamiento	4
Sello mecánico	1
Eje	1

Capítulo 5: Puesta en marcha.

5.1 Verificación de sentido de giro

En la puesta en marcha se debe realizar chequeo del sentido de giro, la condición ideal es hacer la prueba del motor “en vacío”, o sea, sin estar acoplado a la bomba, para evitar posibles daños en los sellos mecánicos, los cuales no están diseñados para rotar en sentido inverso, ya que tienen sentido de giro definido (mono resorte).

5.2 Alineación de conjunto motor bomba.

Para un correcto funcionamiento del equipo, la alineación adecuada en el montaje del motor-bomba es relevante, pues él no estar alineado correctamente podría generar anomalías tales como:

- ✓ Temperaturas en los descansos.
- ✓ Aumento en el consumo de corriente.
- ✓ Aumento de las vibraciones.

La desviación axial y radial entre ambos cuerpos del acoplamiento no deberá exceder de 0,10 milímetros. Una de las técnicas de alineación, y la más segura, es a través de alineamiento laser.



Imagen 23: Alineamiento mediante laser**Fuente: propia**

En primer lugar, se debe medir la desalineación inicial del conjunto motor bomba. En esta etapa se controlan:

- ✓ Desalineamiento paralelo vertical.
- ✓ Desalineamiento angular vertical.
- ✓ Desalineamiento paralelo horizontal.
- ✓ Desalineamiento angular horizontal.

ya estando correctamente alineado con prueba hechas en terreno se procede a entregar equipo para ser puesto en servicio.

Conclusión

En este trabajo se muestra como una buena mantención en una bomba centrífuga puede alargar su vida útil y aportar a no perder producción por fallas catastróficas que puedan involucrar mayores costos en reparación y pérdidas altísima en la producción de un equipo.

Siempre un buen manteamiento predictivo nos ayudare a detectar ante una falla que nos pueda provocar una avería mayor, así como un buen mantenimiento preventivo nos ayudara a que la bomba tenga mayor vida útil.

En general un buen mantenimiento es clave para un buen desempeño del equipo a lo largo del tiempo.

Como recomendación, mantener la bomba centrífuga con sus inspecciones y ruteos al día para anticipar fallas que puedan causar una avería mayor que implique un mayor costo en su reparación. Además, se debe considerar un mínimo de stock de repuesto en bodega para eventuales mantenciones o fallas que provoquen el mal funcionamiento de la bomba.

Bibliografía

- Manual de mantenimiento de bombas centrifugas ksb.
- Guía técnica jurissste de operación y mantenimiento de bomba centrifugas.
- Manual Goulds Pumps de instalación, funcionamiento y mantenimiento de bombas centrifuga.
- Fuente propia saca de planta plywood (CMPC Maderas)
- Guía de referencia, mantenimiento de bombas centrifuga (1995 edición especial Sena)

ANEXOS

Tabla 11: Fallas comunes en bombas centrífugas

Síntomas	Causas	Corrección
No arranca la bomba.	No funciona el motor eléctrico.	No hay energía eléctrica o esta quemado. Desmontar y embobinar.
	Elementos térmicos botados o fusibles quemados	Restablecerlos y verificar el buen funcionamiento del motor.
	Falsos contactos	Revisar todas las instalaciones y reapretar
La bomba funciona, pero no hay entrega de agua	La bomba tiene aire.	Purgar la bomba, llenando completamente de agua el tubo de succión y la caja de agua.
	Velocidad demasiado baja.	Revisar el voltaje del motor y la frecuencia.
	Altura de descarga demasiado grande.	Verificar que las válvulas a la salida estén totalmente abiertas, analizar pérdidas de fricción y corregir problema.
	Altura de succión demasiado grande.	Si no hay obturación en la admisión, la bomba no succiona bien debido a una mala elección del equipo, probablemente bajando el nivel de la bomba se solucione.
	Impulsor parcial o totalmente bloqueado.	Destapar la caja de la bomba y limpiar bien el impulsor.

	Incorrecta dirección de la rotación.	Verificar la rotación del motor y corregir Intercambiando fases.
Insuficiente entrega de agua.	Aire en el tubo de succión.	Revisar estado físico del tubo y tapar cualquier orificio que se encuentre.
	Aire en prensa estopa.	Si no hay un leve chorro delgado de agua en la prensa estopa y un ajuste no forzado deja de producirlo, conviene cambiar empaquetadura, de no ser este el caso, limpiar el tubo de agua de cierre.
	El agua caliente está cercano al punto de ebullición	Se constata por la oscilación permanente del manómetro, aumentar la altura del tanque de condensados.
	Anillos de desgaste defectuosos (los que protegen al impulsor)	Examinarlos y cambiarlos
	Impulsor defectuoso	Revisarlo, renovarlo o cambiarlo.

	Empaquetadura defectuosa.	Cambiar empaques y bujes si están dañado.
	La válvula de pie es más chica	En el caso de usarse colador, el espacio útil total, debe ser de 3 a 4 veces mayor que el espacio del tubo de aspiración.
	El nivel del agua está bajo y succiona también aire	Si sucede comúnmente, bajar el tubo de succión, si es eventual, esperar a que el nivel del agua suba.
La presión disminuye.	Aumentar el gasto de agua.	La demanda es mayor que la existente
Se calienta el motor	Prensa estopa demasiado apretado	Aflojar la presión del casquillo, apretarlo sin exceso, si no hay necesidad.
	Caja deformada por el peso de la tubería	Examinar caja de la bomba, para ver que no exista roce con el impulsor y si los anillos de desgaste están en buen estado. Cambiar piezas desgastadas.
	Conjunto desalineado	Verificar alineación correcta del motor y la bomba, colocar calzas necesarias.

	Flecha desbalanceada	Si no es ninguna de las causas anteriores, puede ser la flecha o el acoplamiento, reparar o cambiar.
Constantemente hay que rectificar la flecha.	Bujes desgastados	Cambiar los bujes y posiblemente cambiar empaque de la prensa estopa.

Fotografía de proceso y equipo analizado



Imagen 24: Toma satelital de planta Plywood

Fuente: Google maps

PROCESOS DE PLYWOOD

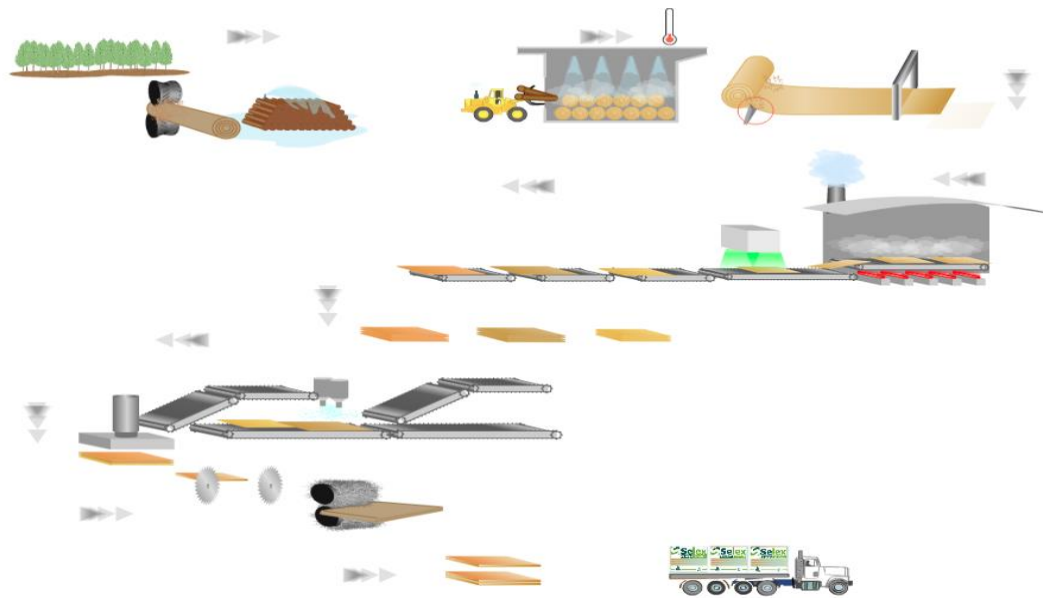


Imagen 25: Proceso de planta Plywood
Fuente: <http://www.cmpcmaderas.cl>



imagen 26: área macerado
Fuente: propia



Imagen 27: sector de poso recolector de agua de alcantarilla interna y rastra de corteza.

Fuente: propia



Imagen 28: vista posterior de compuerta de cámaras de macerado.
Fuente: propia



Imagen 29: Tinas para generar vapor median condensado.
Fuente: propia



Imagen 30: Vista posterior del trommel.
Fuente: propia



Imagen 31: vista superior del trommel.
Fuente: propia



Imagen 32: Bomba centrífuga KSB KWPK 200-200-0403 DUUD10
Fuente: propia