TESTING-US

VALIDÁ TU APRENDIZAJE

NPSH

ISO VG

CUADERNILLO DE ESTUDIO · NIVEL BÁSICO

Mantenimiento

de equipos rotantes

Bombas, compresores y motores: cómo funcionan, cavitación, cebado y sellos, lubricación, alineación, vibraciones y temperatura, y el trabajo seguro y la gestión del mantenimiento.

1 Equipos

2 Bombas

3 Lubricación

4 Alineación

5 Gestión

\+ Ejercicios con respuestas

Testing-US · Validá tu aprendizaje
testing-us.com

Edición octubre 2026

Antes de empezar

En un yacimiento o una planta hay decenas de equipos que giran todo el día: bombas que transfieren petróleo o inyectan agua, compresores de gas, motores y generadores. Cuando uno falla, se para la producción y muchas veces aparece un riesgo: una pérdida de hidrocarburo, un incendio o una pieza que se suelta. La mayoría de esas fallas avisan antes: un ruido nuevo, una vibración, un rodamiento caliente, un sello que gotea.

CÓMO APROVECHARLO

- Pensá en un equipo que conozcas: ¿qué ruidos, temperaturas o pérdidas te avisarían que algo anda mal?
- Los valores exactos (tolerancias, cantidades de lubricante, intervalos) los da el fabricante de cada equipo. Las normas citadas son las vigentes en octubre de 2026.
- Hacé los ejercicios del final de cada tema antes de mirar las respuestas.
- Cuando termines, rendí la evaluación **Mantenimiento de equipos rotantes** en testing-us.com.

TIP La mayoría de las fallas avisan antes: un ruido nuevo, una vibración, un rodamiento caliente o un sello que gotea. Detectarlas a tiempo es más barato y más seguro que reparar después.

Contenido

1 **Equipos rotantes y sus partes**
Bombas, compresores, motores, acoplamientos y rodamientos.

2 **Bombas: funcionamiento y fallas**
Curva, cavitación, cebado, sellos y señales de falla.

3 **Lubricación**
Aceite y grasa, viscosidad, cantidad justa, contaminación y análisis.

4 **Alineación, vibraciones y temperatura**
Desalineación, pata coja, desbalanceo, vibraciones y termografía.

5 **Trabajo seguro y gestión del mantenimiento**
Bloqueo, guardas, izaje, arranque, registros e indicadores.

TEMA 1

1 Equipos rotantes y sus partes

LO QUE VAS A APRENDER

- Distinguir bombas centrífugas y de desplazamiento positivo.
- Conocer los tipos de compresores.
- Leer la placa de un motor.
- Entender el papel de acoplamientos y rodamientos.

Qué es un equipo rotante

- Es una máquina con partes que **giran**: bombas, compresores, motores, ventiladores y cajas reductoras.
- En la industria del petróleo y el gas se usan, por ejemplo, para **transferir** petróleo, **inyectar** agua, **comprimir** gas y **generar** electricidad donde no llega la red.

Bombas

- **Centrífugas:** un **impulsor** gira y le da velocidad al líquido; la carcasa (voluta) transforma esa velocidad en **presión**. Dan un caudal continuo y se usan para caudales grandes y presiones moderadas. Su caudal **cambia** según la presión contra la que trabajan.
- **De desplazamiento positivo:** encierran un volumen de líquido y lo empujan. Pueden ser de **pistón o émbolo** (alternativas), de **tornillo**, de **engranajes** o de **diafragma**. Dan un caudal casi **constante** aunque cambie la presión.
- Por eso una bomba de desplazamiento positivo **nunca** se hace trabajar con la descarga cerrada: la presión sube hasta romper algo. Lleva una **válvula de alivio**.

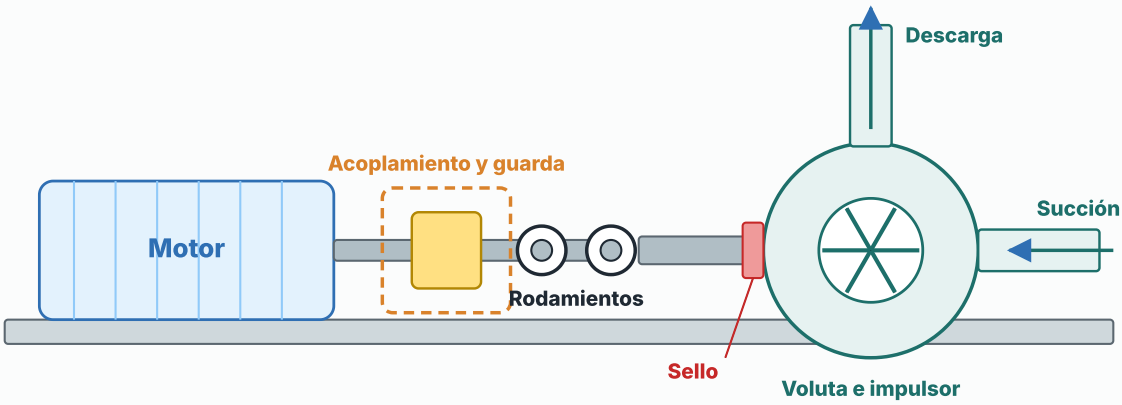


Figura 1.1 Partes de un conjunto motor y bomba centrífuga (esquema).

Compresores

- Comprimen **gas**. Los más comunes en yacimientos son los **alternativos** (pistón, cilindro y válvulas de admisión y descarga) y los **de tornillo** (dos rotores que encajan).
- El gas se **calienta** al comprimirse: por eso hay **enfriadores** entre etapas.
- Antes de la entrada se separan los **líquidos**: el líquido no se comprime y puede romper el compresor.

Motores

- **Eléctricos de inducción** (trifásicos): estator, rotor, ventilador y rodamientos. La **placa** del motor indica potencia, tensión, corriente y velocidad.
- **A combustión** (diésel o a gas): mueven bombas, compresores y generadores donde no hay red eléctrica.

Acoplamientos y rodamientos

- El **acoplamiento** une el eje del motor con el de la máquina. Los **flexibles** toleran desalineaciones chicas, pero **no las corrigen**: igual hay que alinear.
- Los **rodamientos** (de bolas o de rodillos) y los **cojinetes** sostienen el eje y le permiten girar con poco rozamiento.
- Muchas fallas empiezan en los rodamientos: **mala lubricación**, **contaminación**, **desalineación** o **montaje incorrecto**.
- Se montan con la herramienta adecuada (**calentador por inducción**, prensa o buje de montaje), **nunca a martillazos** directos sobre el rodamiento.

Para practicar

1. ¿Qué pieza de una bomba centrífuga le da velocidad al líquido?
2. ¿Por qué una bomba de desplazamiento positivo no trabaja con la descarga cerrada?
3. ¿Por qué se separan los líquidos antes de un compresor?
4. ¿Cómo se monta un rodamiento?

LAS RESPUESTAS ESTÁN AL FINAL DEL CUADERNILLO.

TEMA 2

2 Bombas: funcionamiento y fallas

LO QUE VAS A APRENDER

- Leer la idea de la curva de una bomba.
- Reconocer y evitar la cavitación.
- Cebar una bomba.
- Cuidar empaquetaduras y sellos mecánicos.

La curva de la bomba

- El fabricante entrega la **curva** de cada bomba centrífuga: relaciona el **caudal** con la **altura** (presión) que da, y muestra la eficiencia y la potencia.
- Conviene trabajar cerca del **punto de mejor eficiencia**. Lejos de él aumentan la **vibración**, el **desgaste** y el **calentamiento**.
- Hacer trabajar una centrífuga mucho tiempo con la **descarga cerrada** calienta el líquido y la daña.

Cavitación

- Si la presión a la **entrada del impulsor** baja demasiado, el líquido forma **burbujas de vapor** que revientan al llegar a zonas de mayor presión dentro de la bomba y **erosionan el impulsor**: es la **cavitación**.
- Se reconoce por un ruido como de **grava o piedras** dentro de la bomba, vibración y caída del caudal.
- Para evitarla, la presión que ofrece la instalación en la succión **por encima de la presión de vapor del líquido** (**NPSH disponible**) tiene que ser **mayor** que la que pide la bomba (**NPSH requerido**, dato del fabricante), con margen.
- Causas frecuentes: **filtro de succión tapado**, válvula de succión semicerrada, **nivel bajo** en el tanque, líquido muy caliente, cañería de succión larga o angosta.
- El caudal **nunca** se regula cerrando la válvula de **succión**: se regula con la de **descarga**.

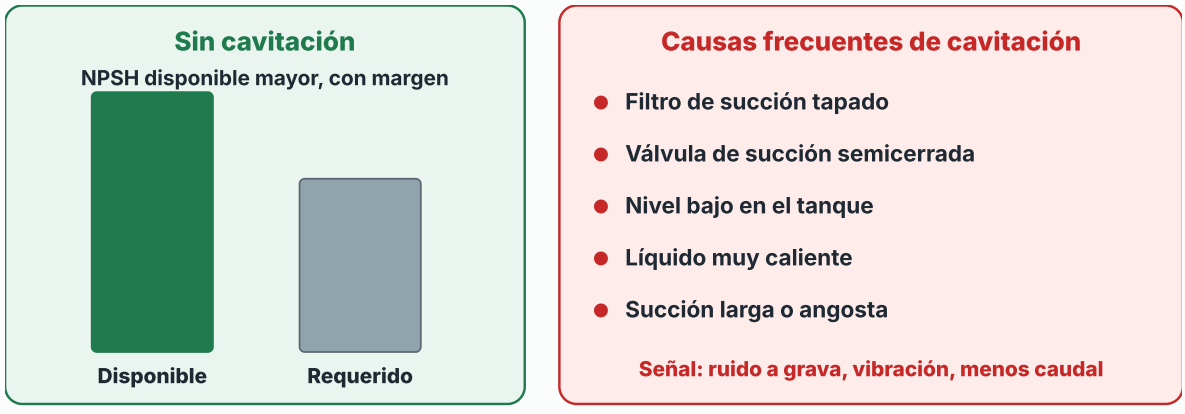


Figura 2.1 El NPSH disponible tiene que superar al requerido (esquema).

Cebado

- Una bomba centrífuga común **no bombea aire**: la carcasa y la succión tienen que estar **llenas de líquido** (cebada) antes de arrancar.
- Hacerla funcionar **en seco** daña rápidamente el sello y las piezas internas.

Sellos

- **Empaquetadura** (prensaestopa): anillos alrededor del eje, ajustados con una tapa. Necesita un **goteo leve** para lubricarse y enfriarse; si se aprieta de más, se **quema** y gasta el eje o la camisa.
- **Sello mecánico:** dos caras muy lisas, una que gira y otra fija. **No debería gotear** y **no tolera marchar en seco**. Se cambia completo, sin tocar las caras con los dedos.
- En bombas de hidrocarburos, una pérdida por el sello es un riesgo de **incendio** y de **contaminación**.

Válvula de retención y señales de falla

- La **válvula de retención** deja pasar el líquido en un solo sentido: al parar la bomba, evita que el líquido vuelva y la haga **girar al revés**.
- Señales de falla: **ruido nuevo**, **vibración**, rodamientos **calientes**, sello que **gotea**, caída de **presión o caudal** y aumento del **consumo eléctrico**.

Para practicar

1. ¿Cómo suena una bomba que cavita?
2. ¿Con qué válvula se regula el caudal de una centrífuga?
3. ¿Por qué una empaquetadura necesita un goteo leve?
4. ¿Para qué sirve la válvula de retención?

LAS RESPUESTAS ESTÁN AL FINAL DEL CUADERNILLO.

TEMA 3

3 Lubricación

LO QUE VAS A APRENDER

- Saber para qué sirve el lubricante.
- Elegir entre aceite y grasa.
- Poner la cantidad justa.
- Evitar la contaminación del lubricante.

Para qué sirve el lubricante

- **Separa** las superficies con una película, **reduce** la fricción y el desgaste, **enfría**, **protege** contra la corrosión y **arrastra** partículas.

Aceite o grasa

- **Aceite:** para velocidades altas, cuando además hay que enfriar, en cárteres y en sistemas con circulación.
- **Grasa:** aceite con un **espesante** que la mantiene en su lugar. Se usa, por ejemplo, en rodamientos de motores eléctricos y en puntos difíciles de sellar.
- **No se mezclan** grasas ni aceites distintos sin comprobar que sean **compatibles**: algunas mezclas se ablandan o pierden sus propiedades.

Viscosidad

- Es la **resistencia a fluir** (lo "espeso" que es el aceite) y es su propiedad más importante.
- Se usa el **grado que indica el fabricante** del equipo (por ejemplo, un grado ISO VG). Con el **calor** la viscosidad **baja**; con el **frío**, **sube**.
- El número del grado ISO VG indica la viscosidad del aceite a **40 °C**.

La cantidad justa

- **Poco** lubricante: más fricción, calor y desgaste.
- **De más** también es malo: el exceso de grasa en un rodamiento lo **recalienta** (la grasa se bate) y puede dañar los sellos y, en un motor, el **bobinado**.
- El nivel de aceite se controla en el **visor**, en las condiciones que indica el fabricante (por ejemplo, con el equipo parado o en marcha).



Figura 3.1 Ni de menos ni de más: la cantidad la indica el fabricante.

Contaminación

- El **agua**, el **polvo** y las **partículas metálicas** son la principal causa de que un lubricante deje de proteger.
- Se **limpia la grasera** antes de engrasar, se usan **recipientes limpios y tapados** y se cambian los **filtros** y respiraderos.

Rotulado, almacenamiento y análisis

- Cada punto de lubricación se **identifica** (etiqueta o color) con el lubricante que lleva, para no confundirse.
- Los lubricantes se guardan **bajo techo**, cerrados y rotulados, y se usa primero lo que **entró primero**.
- El **aceite usado** es un **residuo peligroso** (Ley 24.051, categoría Y8, y normas provinciales): se junta aparte y se entrega a un transportista y operador habilitados.
- El **análisis de aceite** (muestras periódicas) muestra viscosidad, agua, contaminación y **partículas de desgaste**: avisa una falla antes de que ocurra.

Para practicar

1. ¿Qué es la viscosidad?
2. ¿Qué le pasa a un rodamiento con grasa de más?
3. ¿Qué se hace antes de engrasar con la pistola?
4. ¿Qué se hace con el aceite usado?

LAS RESPUESTAS ESTÁN AL FINAL DEL CUADERNILLO.

TEMA 4

4 Alineación, vibraciones y temperatura

LO QUE VAS A APRENDER

- Distinguir desalineación paralela y angular.
- Revisar la pata coja.
- Entender el desbalanceo.
- Usar vibraciones y temperatura para anticipar fallas.

Alineación

- Alinear es dejar el eje del motor y el de la máquina **en la misma línea**.
- La desalineación puede ser **paralela** (ejes paralelos pero corridos) o **angular** (ejes que forman un ángulo); casi siempre hay de las dos.
- Una mala alineación causa **vibración**, calor y desgaste de **rodamientos**, **sellos** y **acoplamiento**.
- Se mide con **reloj comparador** o con equipos **láser** y se corrige con **suplementos (lainas)** bajo las patas del motor y moviéndolo de costado. Las **tolerancias** las da el fabricante.
- Se alinea con el equipo **bloqueado** y, al terminar, se vuelve a colocar la **guarda** del acoplamiento.

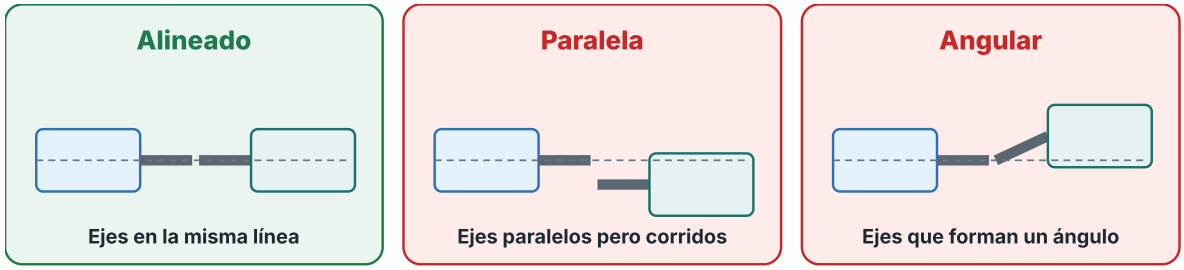


Figura 4.1 Ejes alineados, desalineación paralela y angular.

Pata coja

- Es cuando una pata del motor **no apoya bien** en la base: al ajustar el bulón, la carcasa se deforma.
- Se revisa **antes de alinear**, aflojando de a un bulón y midiendo cuánto se levanta la pata, y se corrige con lainas.

Desbalanceo

- Es una **masa mal repartida** en una pieza que gira (un impulsor sucio, gastado o con un pedazo roto). Produce vibración **a la velocidad de giro**.
- Se corrige **limpiando** o **balanceando** la pieza.

Monitoreo de vibraciones

- Se mide en los **rodamientos** con un analizador o colector de datos, siempre en los **mismos puntos y direcciones** (horizontal, vertical y axial).
- Lo importante es la **tendencia**: un aumento indica un problema que avanza (desalineación, desbalanceo, holguras, rodamiento dañado). También se compara con tablas de severidad de normas internacionales (por ejemplo, la serie **ISO 20816**).

Temperatura y ruido

- La **termografía** usa una cámara infrarroja que muestra **puntos calientes**: rodamientos, acoplamientos, conexiones eléctricas.
- La temperatura se mide con termómetro **de contacto o infrarrojo**. **Nunca** se toca con la mano una parte en movimiento para "sentirla".
- Prestá atención a los **ruidos**: un chirrido o golpeteo en un rodamiento, o el ruido a grava de la cavitación.

Para practicar

1. ¿Con qué se mide la alineación?
2. ¿Cuándo se revisa la pata coja?
3. ¿Qué produce el desbalanceo?
4. ¿Qué muestra una cámara termográfica?

LAS RESPUESTAS ESTÁN AL FINAL DEL CUADERNILLO.

TEMA 5

5 Trabajo seguro y gestión del mantenimiento

LO QUE VAS A APRENDER

- Aislar todas las energías antes de intervenir.
- Usar siempre las guardas.
- Arrancar con control después de reparar.
- Registrar y medir el mantenimiento.

Antes de intervenir

- El **Dto. 351/79** pide hacer el mantenimiento **con la máquina detenida** cuando sea necesario (art. 108), **señalizar** la máquina averiada y **bloquear** el interruptor con **candado**, con la llave en poder del responsable de la reparación (art. 109).
- Además de la electricidad, se aísla la **energía del proceso**: se cierran y bloquean las válvulas de succión y descarga, se **drena** y se **despresuriza**. Puede quedar **presión atrapada** entre válvulas, líquido **caliente** o **inflamable** y, en los compresores, **gas a presión**.
- Se **verifica la energía cero** antes de abrir: con todos fuera de la zona, se intenta el arranque desde el comando y después se vuelve el comando a apagado.
- Ojo con lo que **puede girar solo**: el líquido que vuelve puede hacer girar una bomba y el viento puede mover un ventilador. Se calza o se traba.



Figura 5.1 Pasos antes de intervenir una bomba y antes de volver a arrancarla.

Guardas

- Las **transmisiones** (acoplamientos, correas, poleas) llevan **protecciones** (Dto. 351/79, arts. 105 y 106). **Nunca** se opera un equipo sin su guarda, y se vuelve a colocar **antes de arrancar**.
- Cerca de partes que giran: **ropa ajustada**, sin cadenas ni anillos y con el pelo recogido.

Izaje de componentes

- Los motores y bombas pesados se levantan con los **cáncamos** previstos por el fabricante y con elementos de izaje revisados. **Nunca** se levanta un motor tomándolo **del eje**.

Arranque después de intervenir

- Con todos **fuera de la zona** y las guardas puestas. Se controla el **sentido de giro** (en un motor trifásico recién conectado puede estar invertido; se corrige intercambiando dos fases; lo hace un electricista, con el motor desenergizado y bloqueado), el ruido, la vibración, la temperatura y las pérdidas.

Orden de trabajo y registros

- La **orden de trabajo** dice qué se hace, en qué equipo, quién lo hace, qué repuestos y qué permisos hacen falta.
- Al terminar se **registra** lo que se encontró y lo que se cambió: así se arma el **historial** del equipo.
- Los **repuestos críticos** (por ejemplo, sellos y rodamientos de equipos que no pueden parar) se tienen en stock, **identificados** y bien guardados: los rodamientos, en su **envoltorio original** y en un lugar seco.

Indicadores y causa raíz

- **MTBF** (tiempo medio entre fallas): cuanto **más alto**, más confiable es el equipo.
- **MTTR** (tiempo medio de reparación): cuanto **más bajo**, mejor.
- El **análisis de causa raíz** busca **por qué** falló una pieza, no solo cambiarla, para que la falla no se repita.

Para practicar

1. ¿Quién guarda la llave del candado según el Dto. 351/79?
2. ¿Por qué puede girar una bomba bloqueada eléctricamente?
3. ¿Cómo se corrige un motor trifásico que gira al revés?
4. ¿Qué indica un MTBF alto?

LAS RESPUESTAS ESTÁN AL FINAL DEL CUADERNILLO.

PARA CONTROLAR

Respuestas de los ejercicios

Tema 1

1. El impulsor.
2. Porque la presión sube hasta romper algo; por eso lleva válvula de alivio.
3. Porque el líquido no se comprime y puede romper el compresor.
4. Con un calentador por inducción, una prensa o un buje de montaje; nunca a martillazos directos.

Tema 2

1. Como si tuviera grava o piedras adentro, con vibración y menos caudal.
2. Con la de descarga, nunca con la de succión.
3. Porque el goteo la lubrica y la enfría; si se aprieta de más, se quema.
4. Para que, al parar la bomba, el líquido no vuelva y la haga girar al revés.

Tema 3

1. La resistencia del aceite a fluir.
2. Se recalienta y puede dañar sellos y bobinados.
3. Limpiar la grasera.
4. Se junta aparte y se entrega a un operador habilitado (es residuo peligroso).

Tema 4

1. Con reloj comparador o con equipos láser.
2. Antes de alinear.
3. Vibración a la velocidad de giro.
4. Los puntos calientes del equipo.

Tema 5

1. El responsable de la reparación (art. 109).
2. Porque el líquido que vuelve puede hacerla girar; por eso también se bloquean las válvulas.
3. Intercambiando dos fases.
4. Que el equipo es confiable: pasa mucho tiempo entre fallas.

Validá lo que aprendiste

Rendí la evaluación **Mantenimiento de equipos rotantes** en **testing-us.com**. Es gratis: en cada intento te tocan 10 preguntas al azar, dos de cada tema de este cuadernillo. Tenés 20 minutos y aprobás con 70%.

Si aprobás, recibís un certificado con código de verificación que podés sumar a tu currículum y compartir con quien te contrate.

MIS NOTAS

© 2026 Testing-US. Material de estudio propio. Se permite imprimirlo y compartirlo sin modificaciones y sin fines comerciales.

Material de estudio propio de Testing-US. Normativa verificada en octubre de 2026: Ley 19.587 y Dto. 351/79 (anexo I, cap. 15, arts. 103 a 109, máquinas y herramientas) y Ley 24.051 (aceites usados como residuo peligroso). Los conceptos técnicos son generales: tolerancias, cantidades e intervalos los fija el fabricante de cada equipo. No reemplaza la capacitación práctica ni los procedimientos de cada empresa.

El certificado de Testing-US acredita la aprobación de una evaluación de conocimientos. No es un título oficial ni habilita para el ejercicio profesional.