ANEXO 11 ANÁLISIS VIBRACIONAL

1. Objeto del informe

Evaluar la condición vibratoria general de cuatro bombas en servicio, mediante mediciones globales de velocidad de vibración en los sentidos horizontal, vertical y axial, tomadas en los puntos lado libre y lado acople, con el propósito de identificar condiciones anormales de funcionamiento y establecer recomendaciones iniciales de mantenimiento.

2. Alcance

La presente evaluación corresponde a un análisis de vibraciones, enfocado en la revisión básica del estado mecánico del equipo a partir de valores globales de vibración y observaciones de campo. Este nivel de inspección permite identificar equipos con condición aceptable, elevada o severa, así como reconocer indicios preliminares asociados a posibles problemas de alineación, desbalance, rigidez estructural deficiente, soltura mecánica o condiciones operativas anormales.

- Bomba 1 de agua potable 1 – 5.6 kW – motor de inducción trifásico.
- Bomba 2 de agua potable 2 – 5.6 kW – motor de inducción trifásico.
- Bomba 3 de agua potable 3 –3,7kW – motor de inducción trifásico
- Bomba 4 de agua potable 4 –3,7kW – motor de inducción trifásico

3. Metodología de inspección

Las mediciones fueron realizadas con equipo portátil de vibración, registrando valores globales de velocidad en mm/s en tres direcciones:

- Horizontal
- Vertical
- Axial

Los puntos evaluados por equipo fueron:

- Lado libre
- Lado acople

Adicionalmente, durante la inspección se consideraron observaciones visuales relevantes detectadas en campo, por considerarse complementarias para la interpretación de la condición mecánica general de los equipos

4. Referencia normativa y criterio técnico adoptado

La evaluación de severidad vibratoria de las bombas rotodinámicas inspeccionadas se realiza tomando como referencia la norma ISO 10816-7, para mediciones efectuadas sobre partes no rotativas. En el caso de bombas de servicio general con potencia menor a 200 kW, se considera como guía de comparación la clasificación asociada a la categoría 2. No obstante, esta norma se emplea exclusivamente como criterio orientativo de evaluación y no sustituye las especificaciones del fabricante, las condiciones reales de operación ni los lineamientos técnicos definidos por el cliente.

Zona	Velocidad global (mm/s RMS)	Interpretación operativa recomendada
A	< 3.2	Condición muy buena / equipo apto como referencia inicial.
B	3.2 a 4.2	Operación aceptable; mantener seguimiento periódico.
C	4.2 a 6.1	Condición restringida; programar revisión mecánica/hidráulica.
D	> 6.1	Severidad alta; evaluar intervención y limitar operación prolongada.

5. Formato de toma de datos en campo

5.1 Bomba agua potable 1 – 5.6 kW

Activo	BOMBA 1 Marca -SIEMENS	**Velocidad nominal**	3455 RPM
Condición de carga	Normal	**Punto de operación**	Motor en servicio continuo (S1), operando en sistema hidráulico presurizado sin evidencias visibles de operación anormal
Tipo de equipo	Bomba Centrifuga	**Instrumento**	Vibrómetro portátil-Tipo lapiz
Fecha y hora	26/03/2026 – 8:30 a.m.		

Punto medido	H	V	A	Máx.	Zona	Observación corta	Acción sugerida
Motor lado libre	5.3	4.7	3.6	5.3	C	Vibración alta con predominio horizontal; condición anormal general del conjunto.	Verificar anclajes, base y condición general del soporte.
Motor lado acople	10.8	2.9	4.0	10.8	D	Vibración severa en horizontal en zona de acople; posible influencia de desalineación o condición mecánica local.	Revisar alineación, acople y corregir fuga/goteo observado en la zona

De acuerdo con los valores obtenidos, la Bomba 1 presenta niveles de vibración por encima de una condición deseable de operación, destacándose el punto de motor lado acople en dirección horizontal con 10.8 mm/s,

siendo el máximo valor registrado del equipo. La distribución de la vibración evidencia un comportamiento no uniforme, con concentración principal en la zona de acople, lo que indica una condición anormal localizada del conjunto motor-bomba.

Desde el punto de vista electromecánico, este patrón puede estar relacionado preliminarmente con problemas de alineación, desgaste o condición deficiente del acople, soltura mecánica en elementos de fijación, o deficiencias de rigidez en base y soportes. La presencia de goteo de agua en la zona del acople constituye además un hallazgo relevante, ya que puede contribuir a la degradación mecánica del conjunto, favorecer corrosión, contaminación y pérdida de confiabilidad operacional.

En consecuencia, la Bomba 1 debe considerarse como un equipo que requiere revisión prioritaria, a fin de evitar incremento progresivo de la vibración, deterioro del acople y afectación de componentes asociados.

5.2 Bomba agua potable 2 – 5.6 kW (Bomba de respaldo)

Activo	BOMBA 2 Marca -SIEMENS	**Velocidad nominal**	3455 RPM
Condición de carga	Normal	**Punto de operación**	Motor en servicio ocasional (S2), operando en sistema hidráulico presurizado sin evidencias visibles de operación anormal
Tipo de equipo	Bomba Centrifuga	**Instrumento**	Vibrómetro portátil-Tipo lápiz
Fecha y hora	26/03/2026 – 8:30 a.m.		

Punto medido	H	V	A	Máx.	Zona	Observación corta	Acción sugerida
Motor lado libre	5.2	4.0	4.5	5.2	C	Vibración elevada y relativamente uniforme; no se observa concentración dominante en un solo eje.	Verificar alineación, anclajes y condición general del soporte.
Motor lado acople	5.4	5.2	4.6	5.4	C	Vibración elevada y homogénea en la zona de acople; condición vibratoria general del conjunto	Programar revisión mecánica del acople, base y fijaciones; mantener seguimiento.

La Bomba 2 presenta una condición vibratoria elevada, con valores máximos de 5.2 mm/s en el motor lado libre y 5.4 mm/s en el motor lado acople, ambos clasificados en zona C. La distribución de las amplitudes en los ejes horizontal, vertical y axial es relativamente uniforme, sin evidencia de una concentración dominante en un solo punto de medición. Este comportamiento sugiere, una condición vibratoria generalizada del conjunto motor-bomba, posiblemente asociada a alineación mejorable, rigidez estructural insuficiente, condición de soportes o desbalance moderado.

Debido a que no se observa una anomalía claramente localizada, se recomienda considerar esta condición como una respuesta vibratoria distribuida del conjunto, por lo que resulta conveniente programar una inspección mecánica orientada a verificar alineación, estado del acople, ajuste de pernos, base y soportes, así como realizar seguimiento en una próxima medición para confirmar tendencia y evolución del comportamiento vibratorio.

5.3 Bomba agua potable 3 – 3.7 kW

Activo	BOMBA 3 Marca -WEG	**Velocidad nominal**	3565 rpm
Condición de carga	Normal	**Punto de operación**	Régimen normal de servicio
Tipo de equipo	Bomba Centrifuga	**Instrumento**	Vibrómetro portátil-Tipo lápiz
Fecha y hora	26/03/2026 – 8:30 a.m.		

Punto medido	H	V	A	Máx.	Zona	Observación corta	Acción sugerida
Motor lado libre	9.1	10.1	4.3	10.1	D	Vibración severa con predominio vertical en lado libre; condición crítica del conjunto.	Revisar base, anclajes, soportes y posible soltura mecánica.
Motor lado acople	4.5	5.2	4.5	5.2	C	Vibración elevada en zona de acople; condición anormal de menor magnitud que en lado libre.	Verificar alineación, acople y condición general del montaje.

La Bomba 3, registra en el motor lado libre valores de 9.1 mm/s en dirección horizontal y 10.1 mm/s en dirección vertical, este último clasificado en zona D. En el motor lado acople los niveles disminuyen, aunque se mantienen elevados, con un valor máximo de 5.2 mm/s clasificado en zona C. La diferencia entre ambos puntos de medición evidencia una concentración de vibración en el lado libre del conjunto.

Este comportamiento sugiere una condición mecánica anormal con posible influencia de deficiencias en la rigidez de soporte, soltura mecánica, estado de anclajes o amplificación estructural en la zona del lado libre. El predominio de vibración en direcciones radiales, especialmente en vertical y horizontal, refuerza la necesidad de revisar las condiciones de apoyo y estabilidad del conjunto motor-bomba.

En consecuencia, la Bomba 3 debe considerarse como un equipo de atención prioritaria, recomendándose la inspección de base, pernos de fijación, soportes, alineación y condición mecánica general, así como la ejecución de una nueva medición posterior a la intervención para verificar la reducción de los niveles vibratorios.

5.4 Bomba agua potable 4 – 3.7 kW (Bomba de respaldo)

Activo	BOMBA 4 Marca -WEG	**Velocidad nominal**	3565 rpm
Condición de carga	Normal	**Punto de operación**	Régimen normal de servicio
Tipo de equipo	Bomba Centrifuga	**Instrumento**	Vibrómetro portátil-Tipo lápiz
Fecha y hora	26/03/2026 – 8:30 a.m.		

Punto medido	H	V	A	Máx.	Zona	Observación corta	Acción sugerida
Motor lado libre	1.6	1.7	1.0	1.7	B	Vibración baja y estable; condición normal de operación.	Mantener en servicio y continuar monitoreo periódico.
Motor lado acople	0.6	1.0	0.9	1.0	B	Niveles bajos de vibración en la zona de acople; sin indicios de anomalía relevante.	Mantener condición actual y verificar tendencia en próximas mediciones.

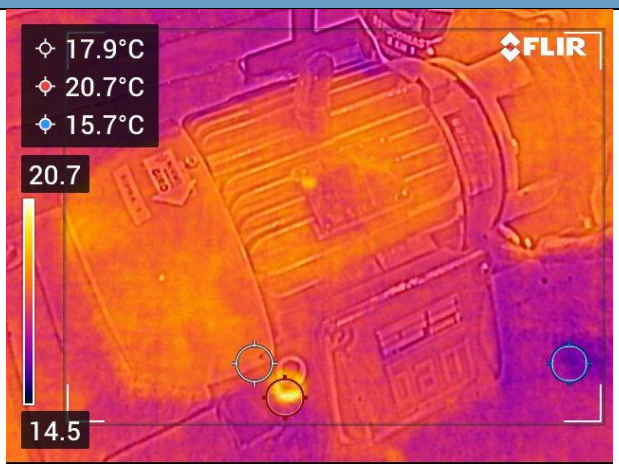
La Bomba 4 presenta la condición vibratoria más favorable de los equipos evaluados, con valores máximos de 1.7 mm/s en el motor lado libre y 1.0 mm/s en el motor lado acople. La distribución de las amplitudes en los ejes horizontal, vertical y axial es baja y estable, sin evidenciar concentraciones significativas de vibración en ninguno de los puntos de medición.

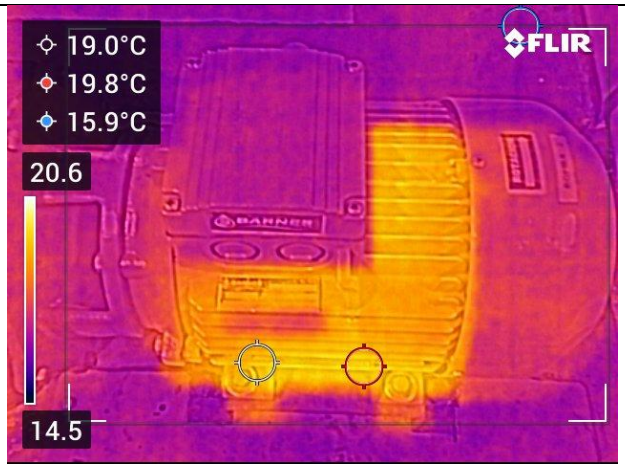
Este comportamiento es compatible con una condición normal de operación del conjunto motor-bomba, sin indicios relevantes de anomalías mecánicas asociadas a desalineación, soltura mecánica, deficiencias de soporte o problemas localizados en la zona de acople.

En consecuencia, la Bomba 4 puede considerarse en condición aceptable de funcionamiento, recomendándose mantener su operación normal y continuar con el monitoreo periódico para verificar la estabilidad de su comportamiento vibratorio a lo largo del tiempo.

6. Inspección complementaria por termografía

Como complemento a la evaluación vibracional, se realizó inspección termográfica de los equipos evaluados, con el fin de identificar posibles anomalías térmicas asociadas a fricción, sobrecarga, deficiencias en rodamientos, desalineación, conexiones eléctricas defectuosas o condiciones anormales de operación. Los hallazgos termográficos fueron utilizados como herramienta de apoyo para la interpretación de la condición general de los equipos, sin constituir por sí solos un diagnóstico definitivo.

BOMBA	TERMOGRAMA	CONCLUSIÓN
Bomba 1		En la imagen termográfica de la Bomba 1 se observa una temperatura máxima aproximada de 20.7 °C, con distribución térmica relativamente uniforme sobre la carcasa del motor y sin evidencia marcada de punto caliente localizado. El comportamiento térmico registrado no sugiere, al momento de la inspección, una anomalía
Bomba 2		La Bomba 2 registró una temperatura máxima aparente de 25.6 °C. Aunque se observa una respuesta térmica ligeramente superior a la de otras bombas evaluadas, la distribución de temperatura no evidencia anomalías térmicas severas, por lo que la condición se considera normal dentro del contexto operativo observado.

Bomba 3		La Bomba 3 presentó una temperatura máxima aparente de 32.2 °C, siendo la más alta entre los equipos inspeccionados. No obstante, el nivel térmico registrado no constituye por sí solo evidencia de sobrecalentamiento severo, por lo que el hallazgo debe interpretarse como una condición térmica relativamente mayor respecto al resto de bombas.
Bomba 4		La inspección termográfica de la Bomba 4 registró una temperatura máxima aparente de 20.6 °C, con distribución térmica uniforme sobre la carcasa del motor y sin evidencia de puntos calientes localizados o concentraciones térmicas anormales. El comportamiento observado es compatible con una condición térmica normal de operación al momento de la inspección.

7. Guía de análisis y redacción de resultados

- Bomba 1 – zona D

El equipo Bomba 1 presentó un valor máximo de 10.8 mm/s RMS, correspondiente a zona D según el criterio adoptado para bombas de servicio general menores de 200 kW. Este nivel de severidad se considera alto y sugiere una condición no recomendable para operación continua sin revisión. La mayor amplitud se registró en el motor lado acople, en dirección horizontal, por lo que el comportamiento observado es compatible con una condición anormal localizada en la zona de acoplamiento, posiblemente asociada a alineación deficiente, condición del acople, rigidez insuficiente o soltura mecánica, lo cual requiere verificación. Durante la inspección de campo se observó además goteo de agua en la zona del acople, hallazgo que debe ser atendido por su posible incidencia en la confiabilidad mecánica del conjunto. Se recomienda intervención prioritaria, verificando repetibilidad de la medición, alineación, estado del acople, apriete de base, anclajes y origen de la fuga observada.

- Bomba 2 – zona C

El equipo Bomba 2 presentó un valor máximo de 5.4 mm/s RMS, correspondiente a zona C. La severidad medida sugiere una condición restringida para operación continua y recomienda revisión mecánica e hidráulica programada. Los niveles obtenidos en lado libre y lado acople son relativamente uniformes, así como en las direcciones horizontal, vertical y axial, por lo que el comportamiento registrado es compatible con una condición vibratoria generalizada del conjunto más que con una anomalía claramente localizada. De manera preliminar, esta respuesta puede estar asociada a alineación mejorable, rigidez estructural insuficiente, condición de soportes, transmisión de vibración o desbalance moderado, lo cual requiere verificación. Se recomienda revisar alineación, apriete de base, estado del acople, tensiones de tubería y condición de operación del proceso, así como realizar seguimiento en una próxima medición para confirmar tendencia.

- Bomba 3 – zona D

El equipo Bomba 3 registró un valor máximo de 10.1 mm/s RMS, clasificando en zona D. Este nivel se considera severo y amerita intervención prioritaria. La mayor amplitud se obtuvo en el motor lado libre, con predominio en dirección vertical, mientras que en el lado acople los niveles permanecen elevados, pero en menor magnitud. Esta diferencia entre puntos de medición indica un comportamiento compatible con una condición anormal concentrada en el lado libre del conjunto, posiblemente relacionada con deficiencias en el soporte, soltura mecánica, anclajes, rigidez estructural insuficiente o amplificación local, lo cual requiere verificación. Antes de emitir una conclusión definitiva, debe confirmarse la repetibilidad de la medición, el estado del punto de apoyo del instrumento y la condición operativa del equipo en el momento de la lectura. Se recomienda inspección prioritaria de base, pernos de fijación, soportes, alineación y condición mecánica general del conjunto motor-bomba.

- Bomba 4 – zona B

El equipo Bomba 4 presentó un valor máximo de 1.7 mm/s RMS, equivalente a zona B según el criterio adoptado para bombas de servicio general menores de 200 kW. La condición observada es aceptable para operación normal y la presente medición puede considerarse como línea base inicial de referencia. Los niveles registrados en lado libre y lado acople son bajos y estables, sin evidencia de concentraciones significativas de vibración en ninguna de las direcciones evaluadas. Durante la inspección no se identificaron manifestaciones relevantes de aflojamiento, transmisión estructural o condición anormal evidente del conjunto. Se recomienda mantener el equipo en operación normal y continuar con el monitoreo periódico para verificar la estabilidad de su comportamiento vibratorio.

8. Conclusiones y recomendaciones

Conclusión 1	Se estableció la línea base vibracional inicial de los equipos evaluados mediante mediciones globales de velocidad en mm/s RMS, tomadas en los puntos de motor lado libre y motor lado acople, en direcciones horizontal, vertical y axial. Esta información permite contar con una referencia inicial para futuras comparaciones de tendencia y evaluación de condición.
Conclusión 2	La clasificación de severidad vibratoria se realizó tomando como referencia la ISO 10816-7 para bombas rotodinámicas, aplicable a mediciones en partes no rotativas del equipo, y mediante criterio técnico equivalente cuando correspondió. Bajo este enfoque, se identificaron equipos en condición aceptable, elevada y severa, lo que permitió

	establecer prioridades de atención de acuerdo con la magnitud de vibración registrada.
Conclusión 3	Basado en valores globales y sin apoyo de tendencia histórica ni análisis espectral FFT, las conclusiones emitidas deben considerarse preliminares. Por tanto, los resultados obtenidos permiten identificar condición vibratoria y posibles zonas de atención, pero no confirmar de manera definitiva una causa raíz específica.
Recomendación 1	Repetir la medición de vibraciones con una periodicidad definida según la criticidad observada: cada 15 a 30 días para equipos clasificados en zona C o D, y cada 60 a 90 días para equipos en zona A o B, con el fin de confirmar tendencia, evolución y estabilidad de la condición vibratoria.
Recomendación 2	Antes de emitir un juicio definitivo sobre la causa de la vibración, verificar en los equipos intervenidos la condición de base, pernos de fijación, alineación, estado del acople, soportes de tubería y condiciones hidráulicas de operación, ya que estos factores pueden influir de manera significativa en los niveles vibratorios medidos.
Recomendación 3	Cuando exista criticidad operativa, persistencia de niveles elevados de vibración o dudas sobre la causa del comportamiento observado, se recomienda complementar la evaluación con técnicas de diagnóstico de mayor profundidad, tales como análisis espectral FFT, ultrasonido y revisión de variables eléctricas, a fin de mejorar la confiabilidad del diagnóstico y orientar adecuadamente la intervención.

9. Registro fotográfico

Figura 1. Cuarto de bombas

Figura 2.Bomba 2 especificaciones

Figura 3.Toma de datos Bomba 2 motor lado libre

Figura 4.Toma de datos bomba 2 motor lado acople

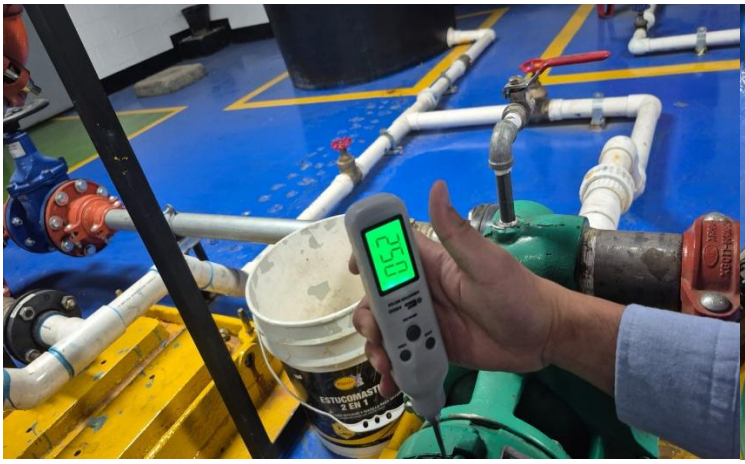


Figura 5.Toma de datos Bomba 3 motor lado acople

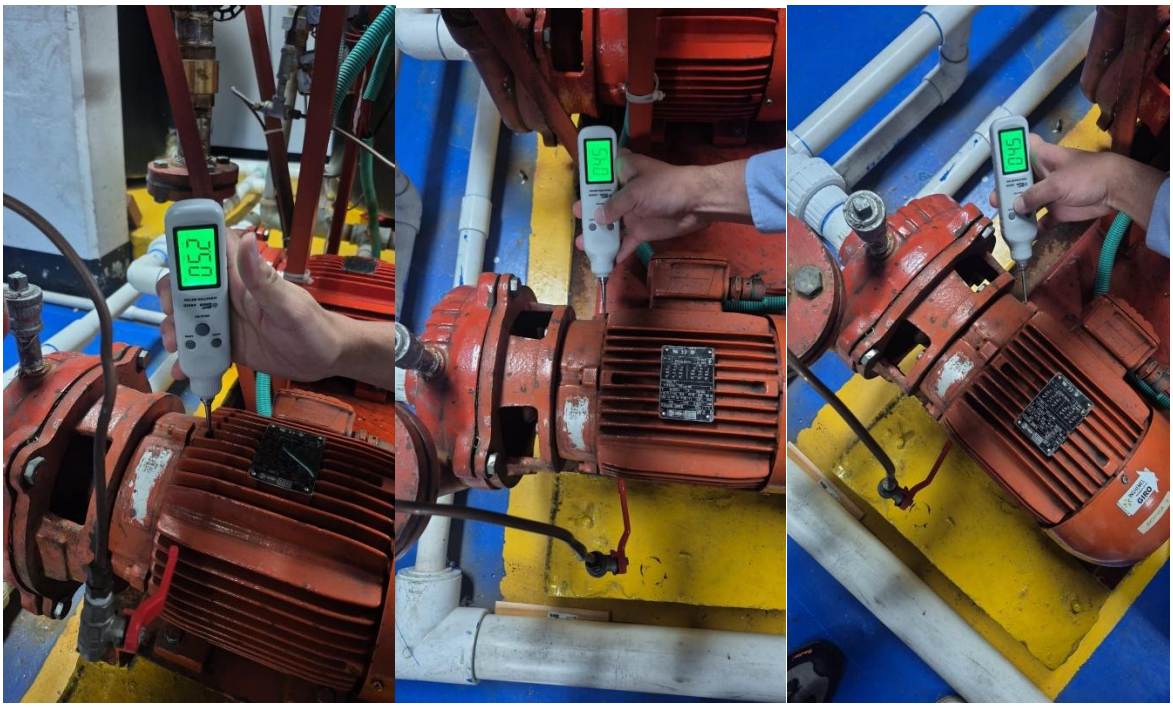


Figura 6.Toma de datos bomba 3 motor lado libre

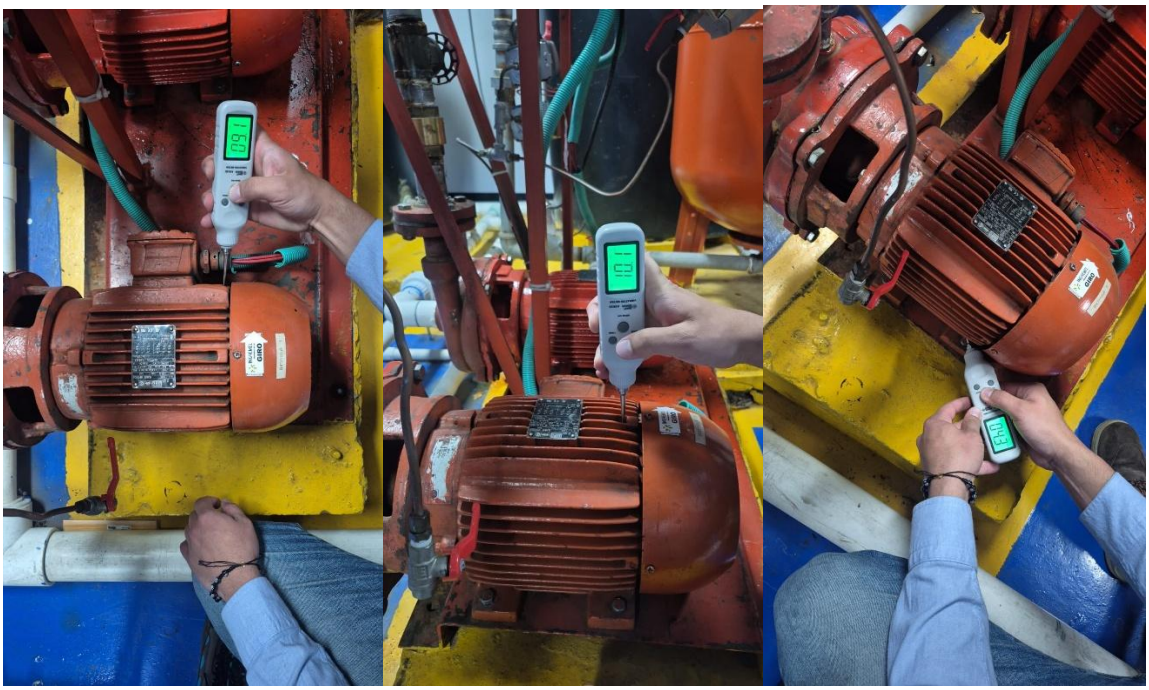


Figura 7.Toma de datos Bomba 4 motor lado libre

Figura 8.Toma de datos bomba 4 motor lado acople