

S E S I Ó N



***TOOLBOX***



## Taller práctico con herramientas para mejorar la confiabilidad de tu planta

La Sesión Toolbox es un taller donde aprenderás conocimientos prácticos y útiles que te servirán en tu trabajo en planta, aquí el ponente explica el objetivo de la herramienta a aprender y facilita el modelo de aprendizaje mediante ejemplos y ejercicios.

Adicional proporciona herramientas, formatos, hojas de cálculo y consejos, para que adquieras las competencias que mejorarán tu desempeño en el día a día.



**TOOLBOX**  
SESIÓN

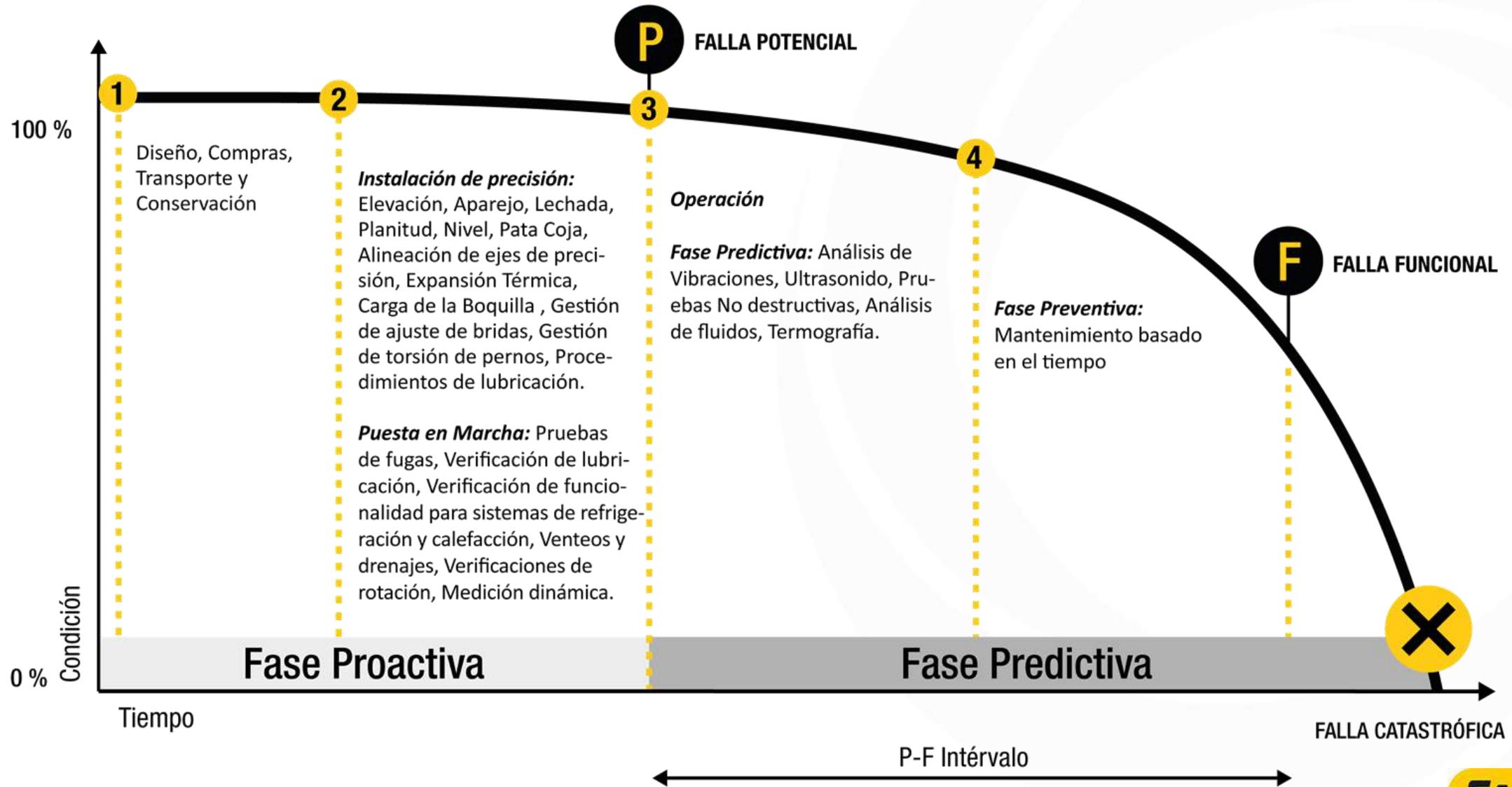
# Instalación y Comisionamiento - Mantenimiento de precisión para eliminar la mortalidad infantil.



**Roman Megela Gazdova**

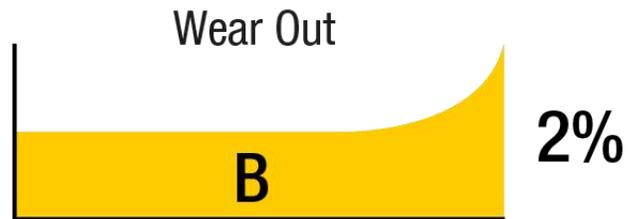
Ingeniero de confiabilidad

# Intervalo de falla potencial

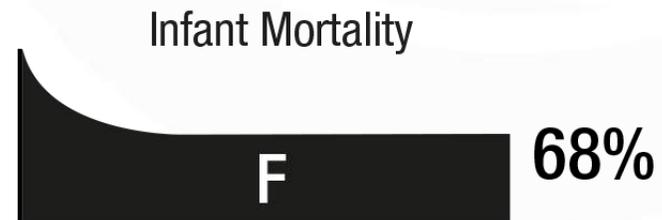
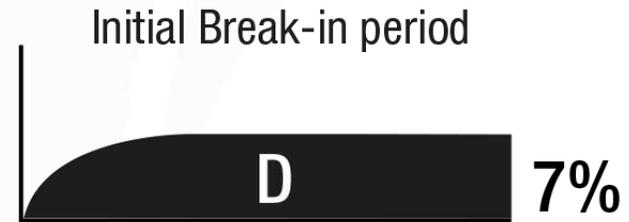


# Curva P-F

## AGE RELATED (=11%)



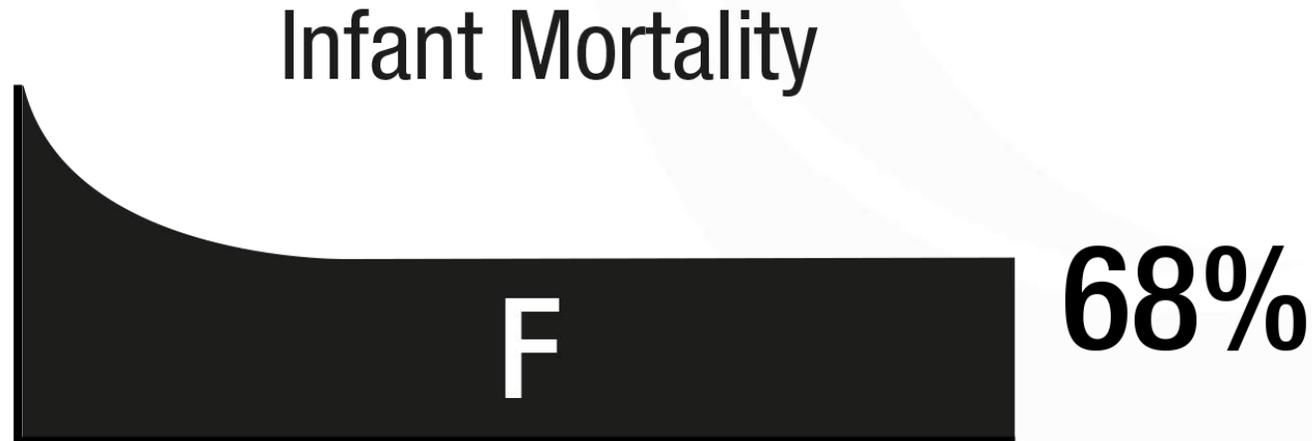
## RANDOM (=89%)



# Mortalidad Infantil, Muerte súbita

Una falla temprana o rápida de la máquina generalmente debido a componentes defectuosos o un procedimiento de instalación incorrecto.

Probabilidad condicional relativamente alta de falla durante el período inmediatamente posterior al regreso de un elemento al servicio.



# Posible introducción de falla

- Diseño pobre
- Fabricación
- Transporte
- Montaje
- Trabajos de mantenimiento
- Instalación
- Puesta en marcha
- Operación

# Installation Envelope™

1

Gerencia

2

Ingeniería

3

Diseño

4

Adquisición

5

Instalación

6

Puesta en marcha y Pruebas

7

Mantenimiento

5

## Instalación

Los siguientes reportes se recogen:

**Planitud, Niveles, Pata Coja, Alineación, Expansión Térmica, Tensión de Tuberías.**

6

## Puesta en marcha y Pruebas

Revisión de los reportes de la Instalación.

**SAT** test (Site approval test) añadirá **Medición Dinámica** plus reporte.

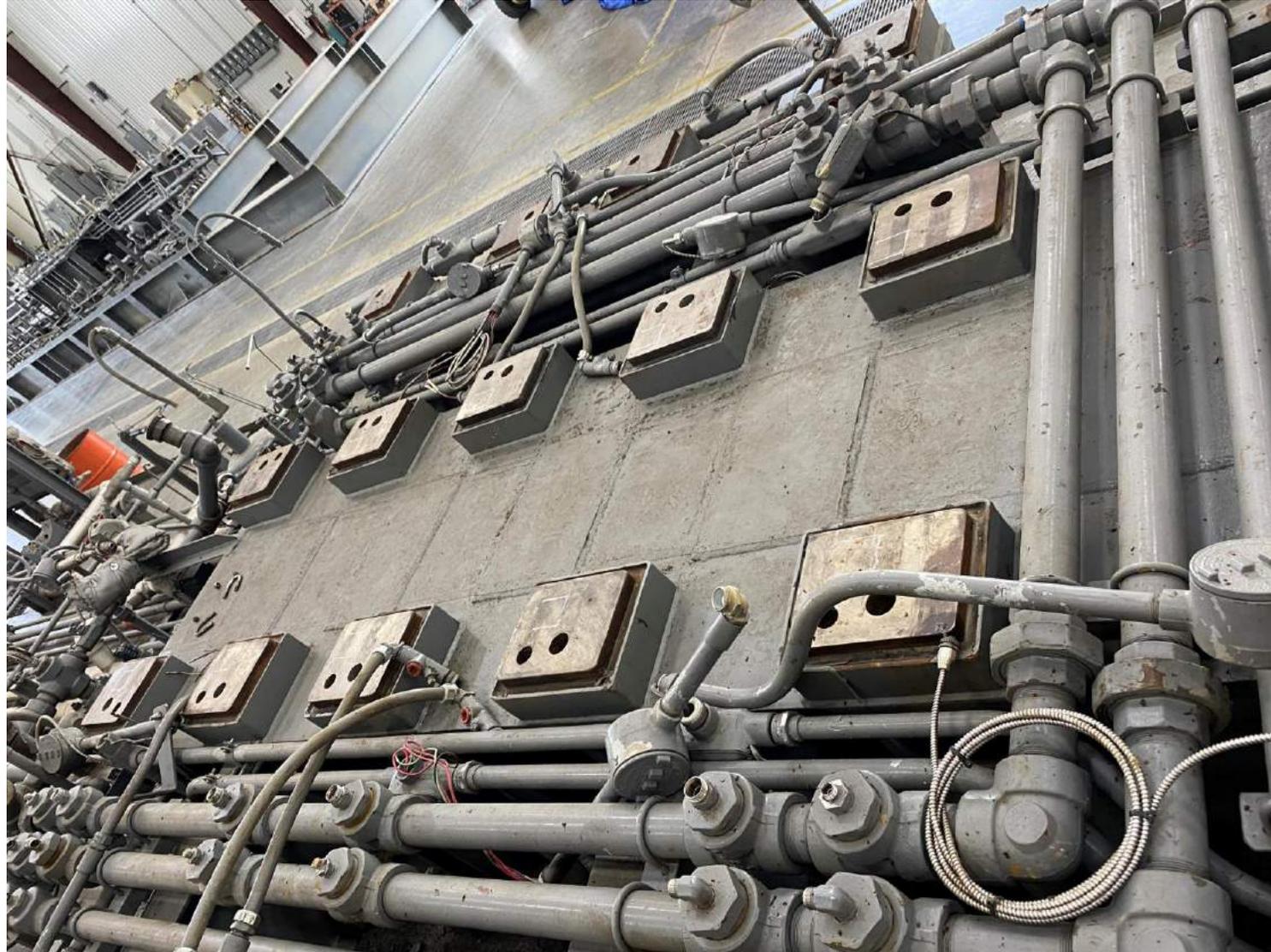
7

## Mantenimiento

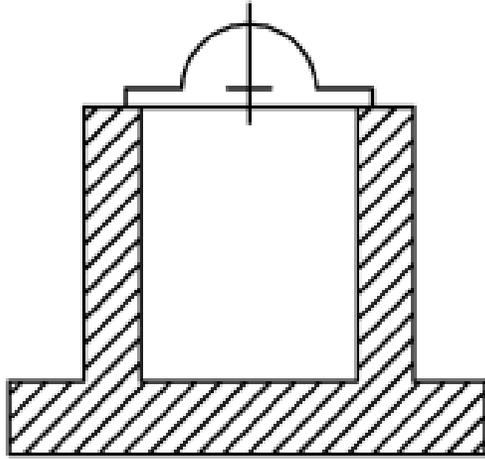
Utiliza los reportes para analizar la situación.

Continúa generando los reportes y añadiéndolos en el **Installation Envelope™**.

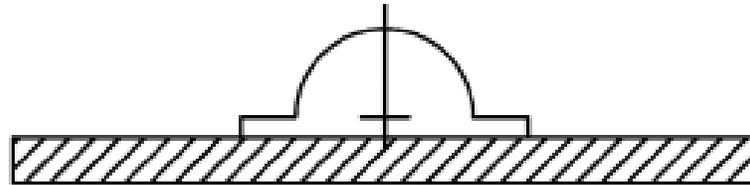
# Empieza por la base



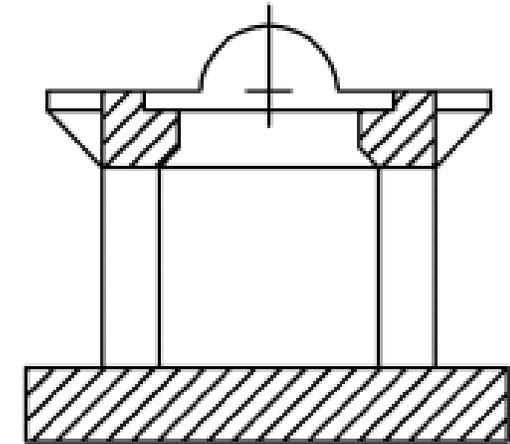
# Diferentes tipos de bases, mismo requerimiento. Planitud.



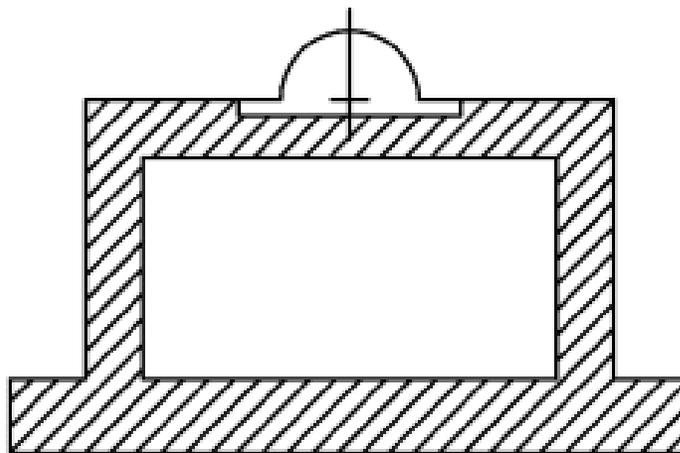
Wall Type Machine Foundation



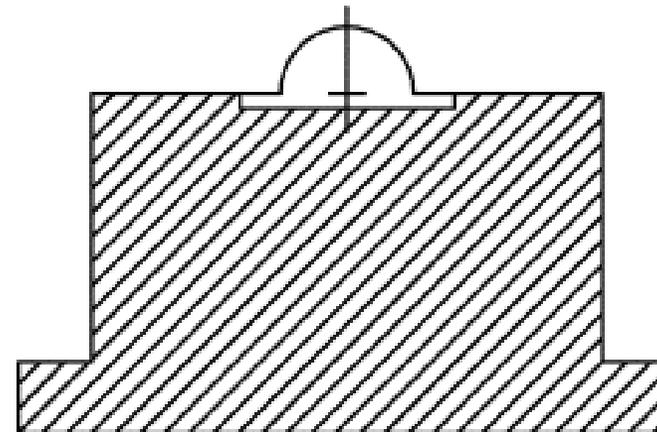
Flexible Type Machine Foundation



Framed Type Machine Foundation



Box Type Machine Foundation



Block Type Machine Foundation

# La base “Enchufa y dale Caña”



# Planitud

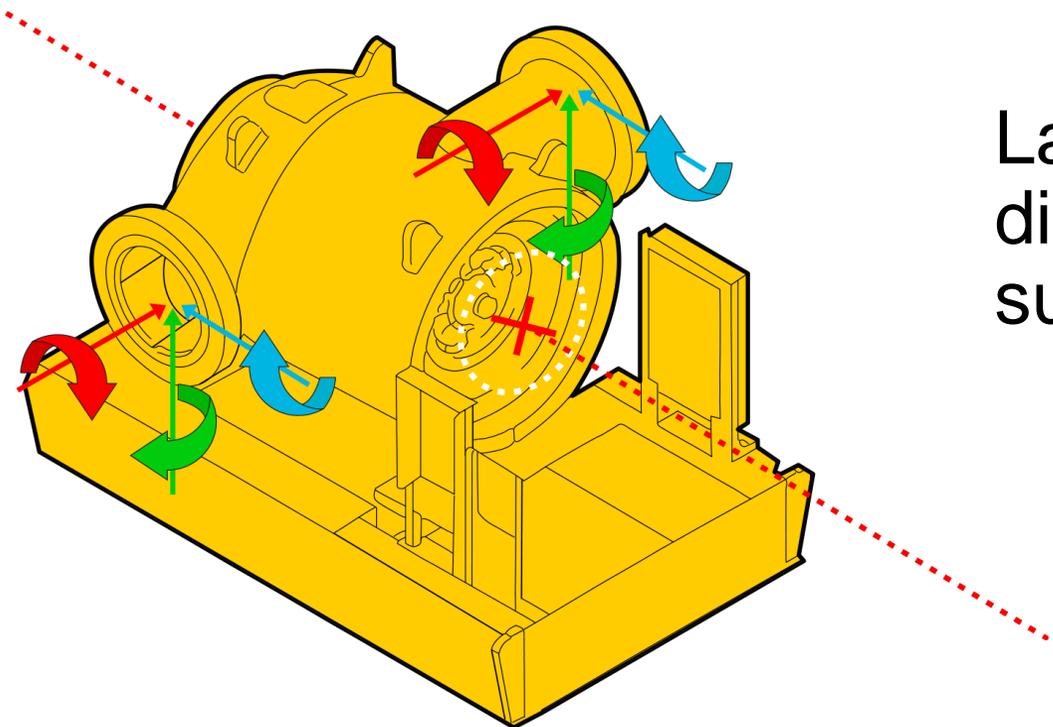
---

## **Definición de la Planitud:**

Condición geométrica donde la superficie no presenta ninguna variación.

# Planitud de la base – ¿Por qué realmente necesitamos tener una base plana?

---

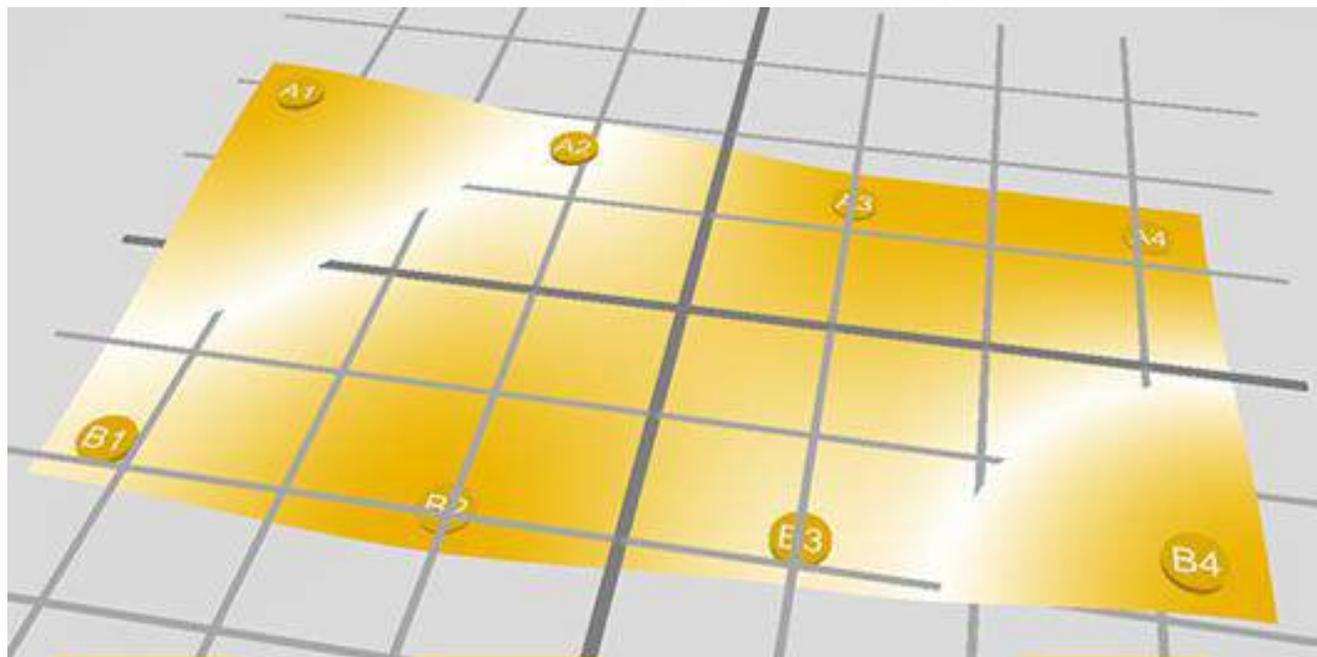


La mayoría de las máquinas rotativas están diseñadas para ser instaladas en una superficie plana.

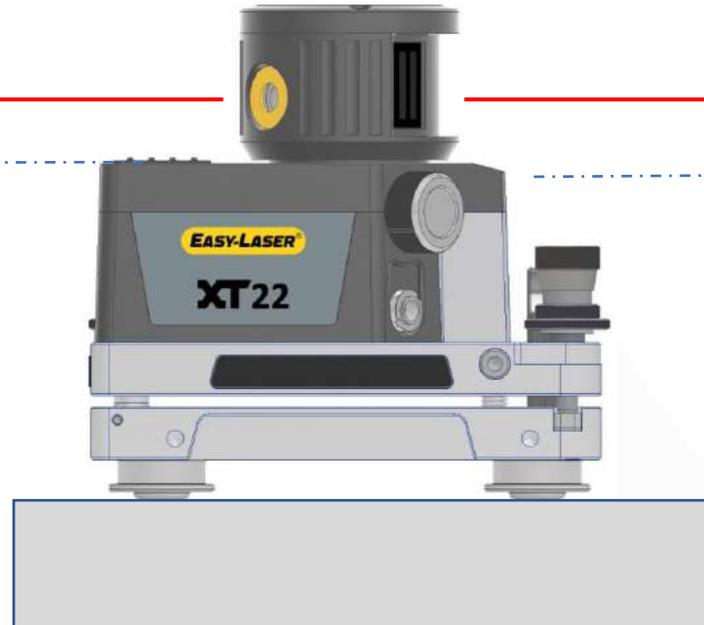
# ¿Cuándo la base No es plana?

Cuando la superficie presenta irregularidades, como por ejemplo superficie encorvada, coronada o retorcida.

Cuando la corrosión o la fricción daña la superficie produciendo irregularidades.



# ¿Qué estamos midiendo exactamente?



## ¿Cuándo se debe revisar la Planitud de la base ?

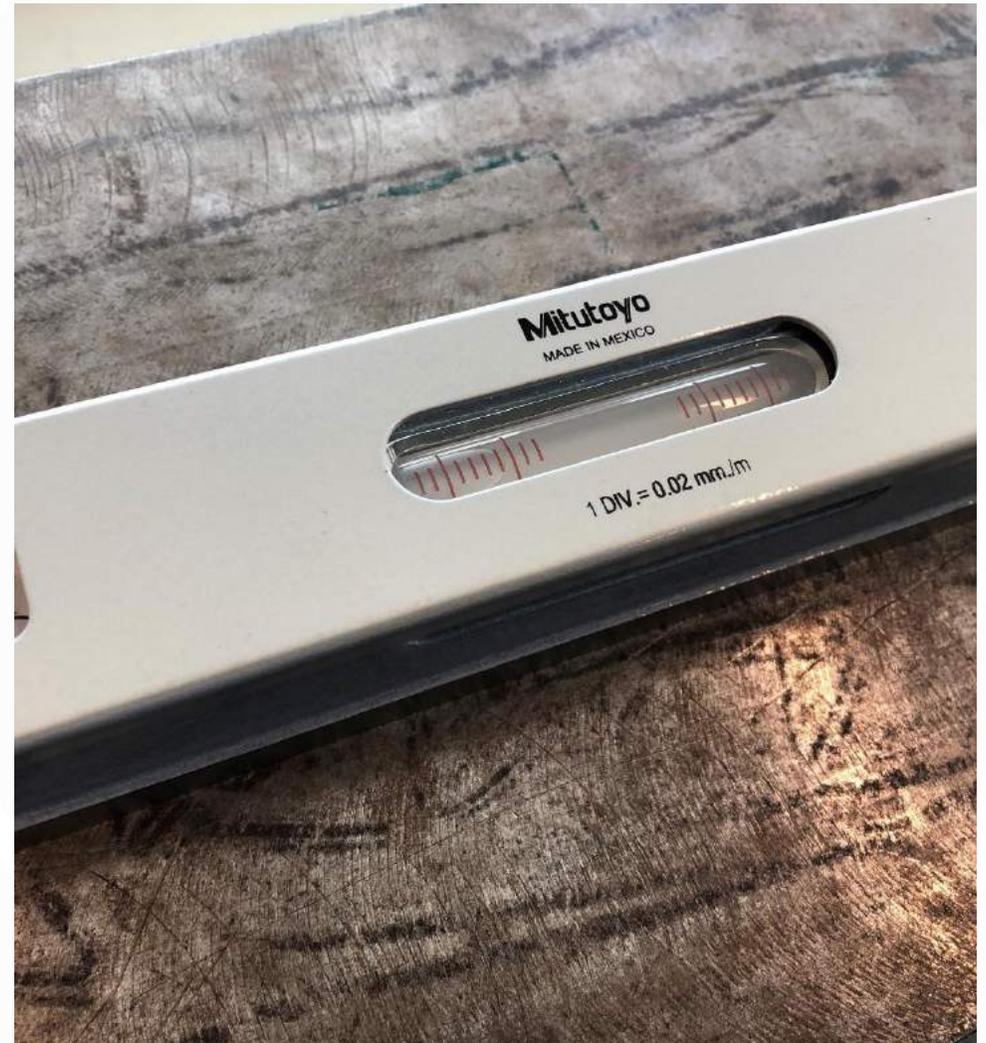
Siempre cuando se fabrica, modifica o instala un equipo rotativo.

Cada vez que la máquina se desinstala por razones de reparación o cambio de modelo.

# Nivel

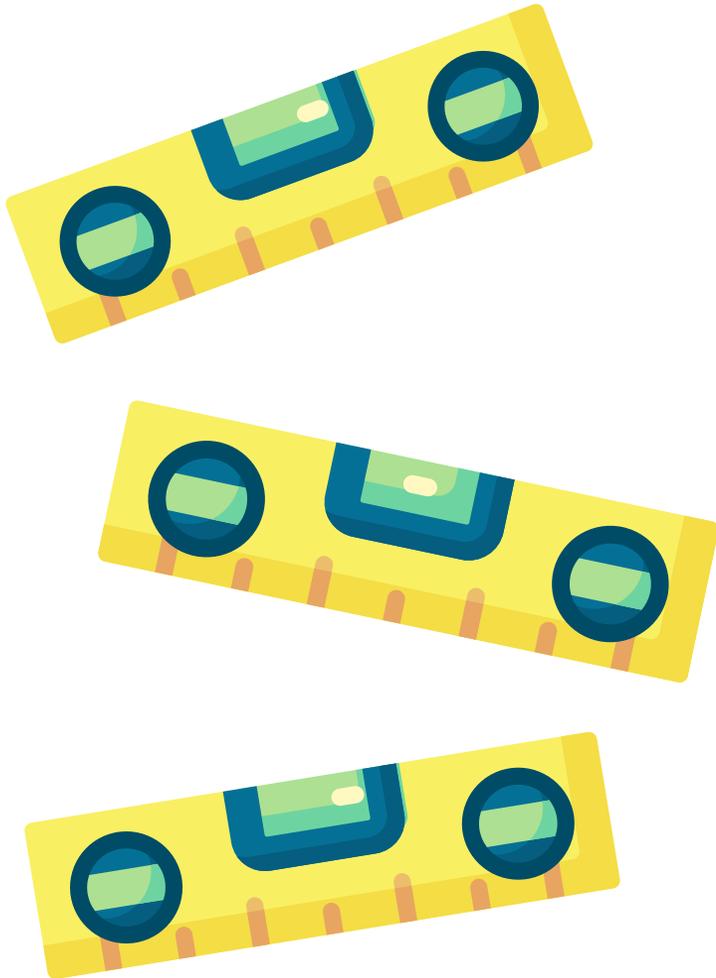
---

Condición geométrica de una línea o superficie la cual está a 90 grados respecto al centro de la gravedad.



# ¿Por qué el nivel es importante?

---



- La mayoría de la maquinaria está diseñada para operar en una superficie nivelada.
- Afecta gravemente la lubricación.
- Cambia las fuerzas de carga respecto a los rodamientos y afecta su vida operativa.



# Planitud no significa Nivel

---

# Tolerancias de planitud de acuerdo a los estándares ANSI

Machinery type	Recommended levelness	Recommended foot flatness	Coplanar surface deviation (shimmed)
General process machinery up to 400kW or 500HP	<0.8 $\mu\text{m}/\text{mm}$ (0,0008mm) / 0.8 mm per meter	<0,4 $\mu\text{m}/\text{mm}$ (0,0004mm) /0.4 mm per meter	<50 $\mu\text{m}$ (0,05mm)
General process machinery 400kW or 500 HP or above	<0.4 $\mu\text{m}/\text{mm}$ (0,0004mm)/ 0.4 mm per meter	<0.2 $\mu\text{m}/\text{mm}$ (0,0002mm)/ 0.2 mm per meter	<50 $\mu\text{m}$ (0,05mm)

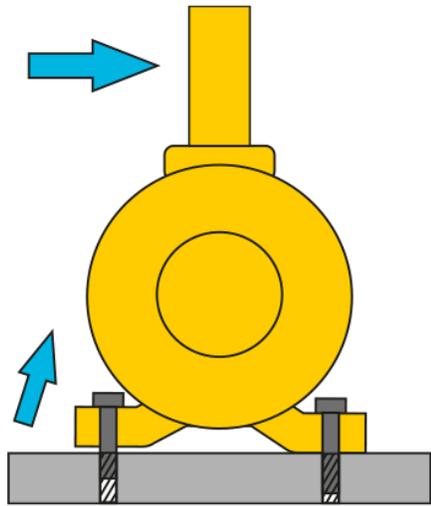
# Mantenimiento de la base

- Limpieza
- Inspecciones visuales con regularidad
- Análisis de vibraciones
- Inspecciones de par de apriete de los tornillos

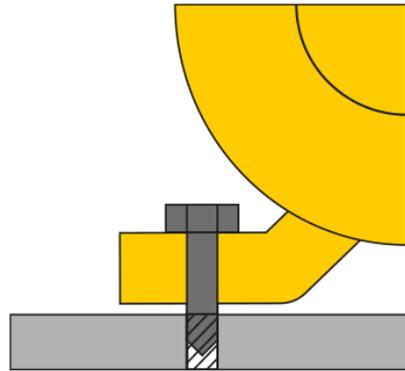
# ¿Qué es la Pata Coja?



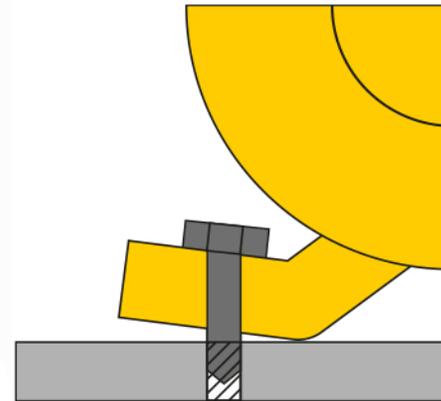
# Diferentes tipos de Pata Coja



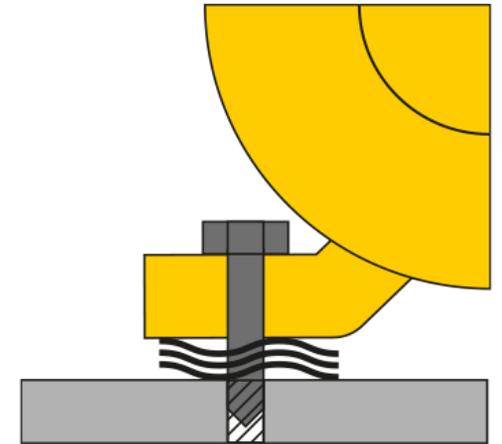
Pata Coja "Inducida"



Pata Coja "Paralela"



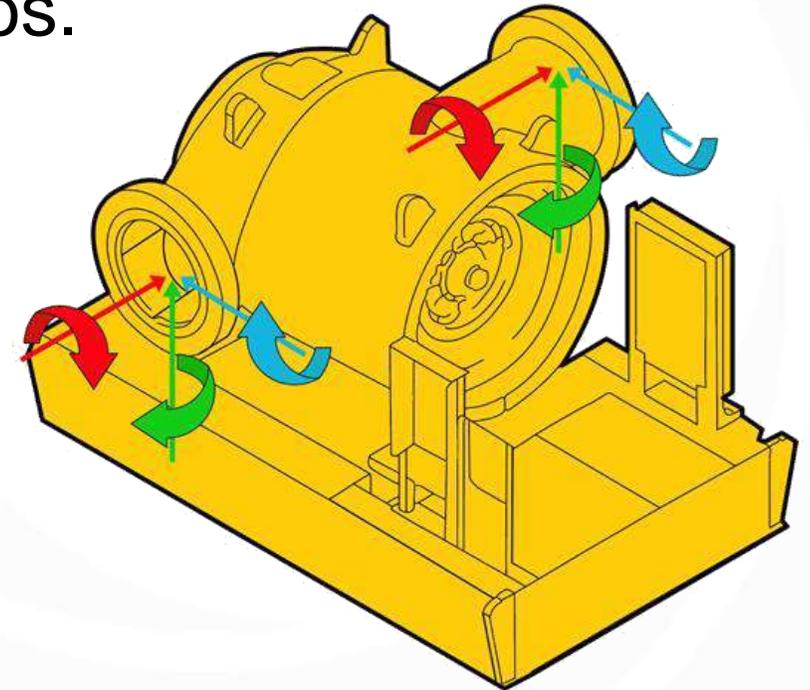
Pata Coja "Doblada"



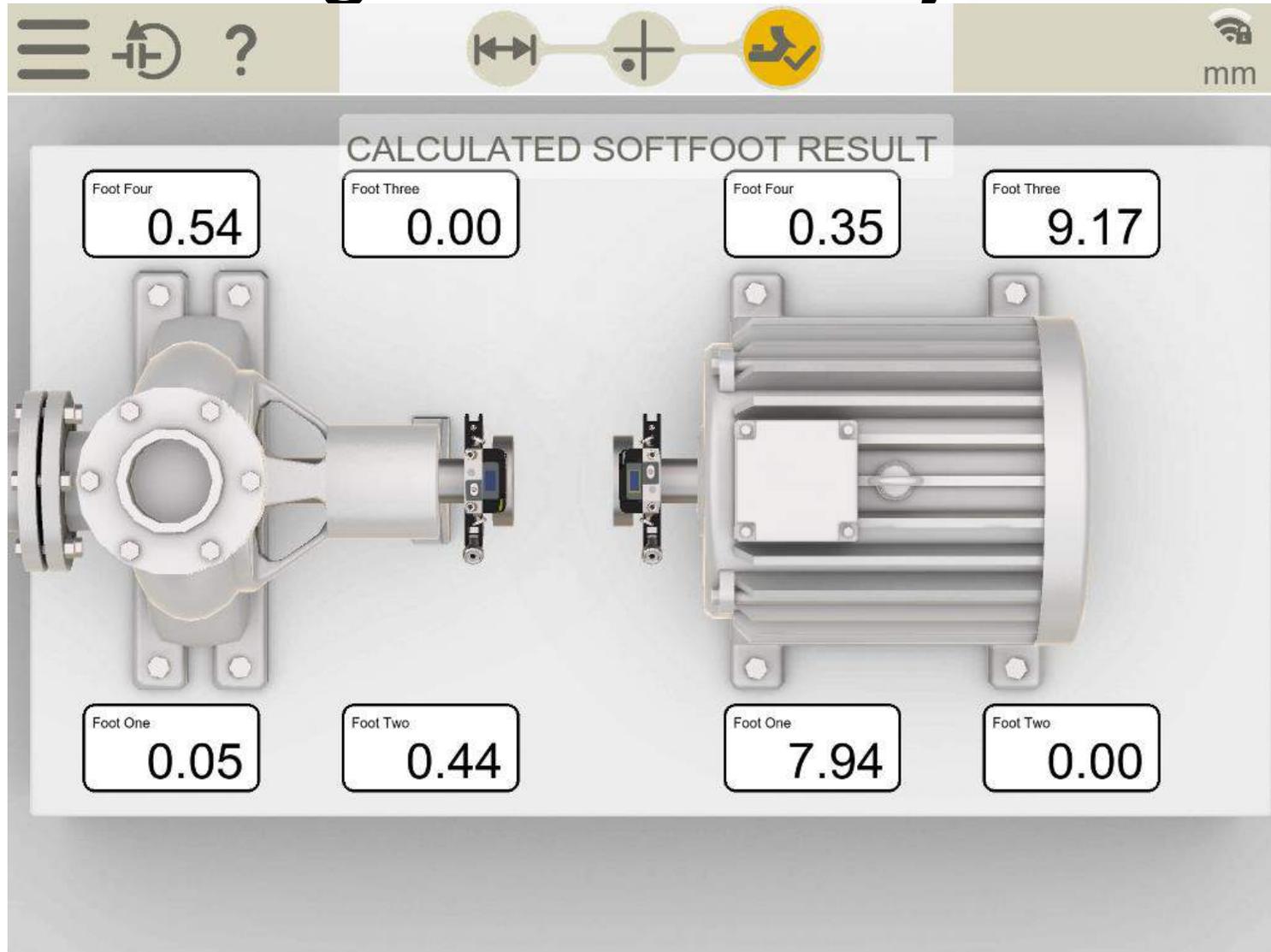
Pata Coja "Blanda"

# Las consecuencias de la Pata Coja

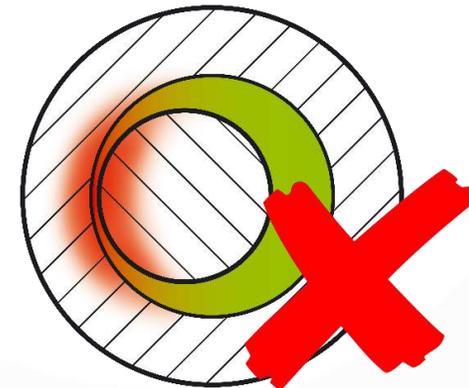
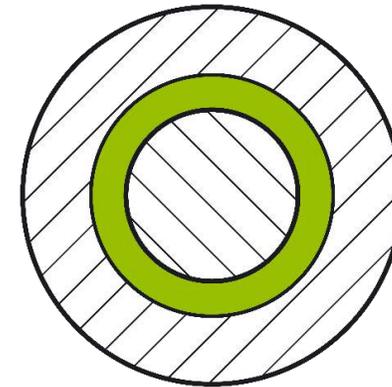
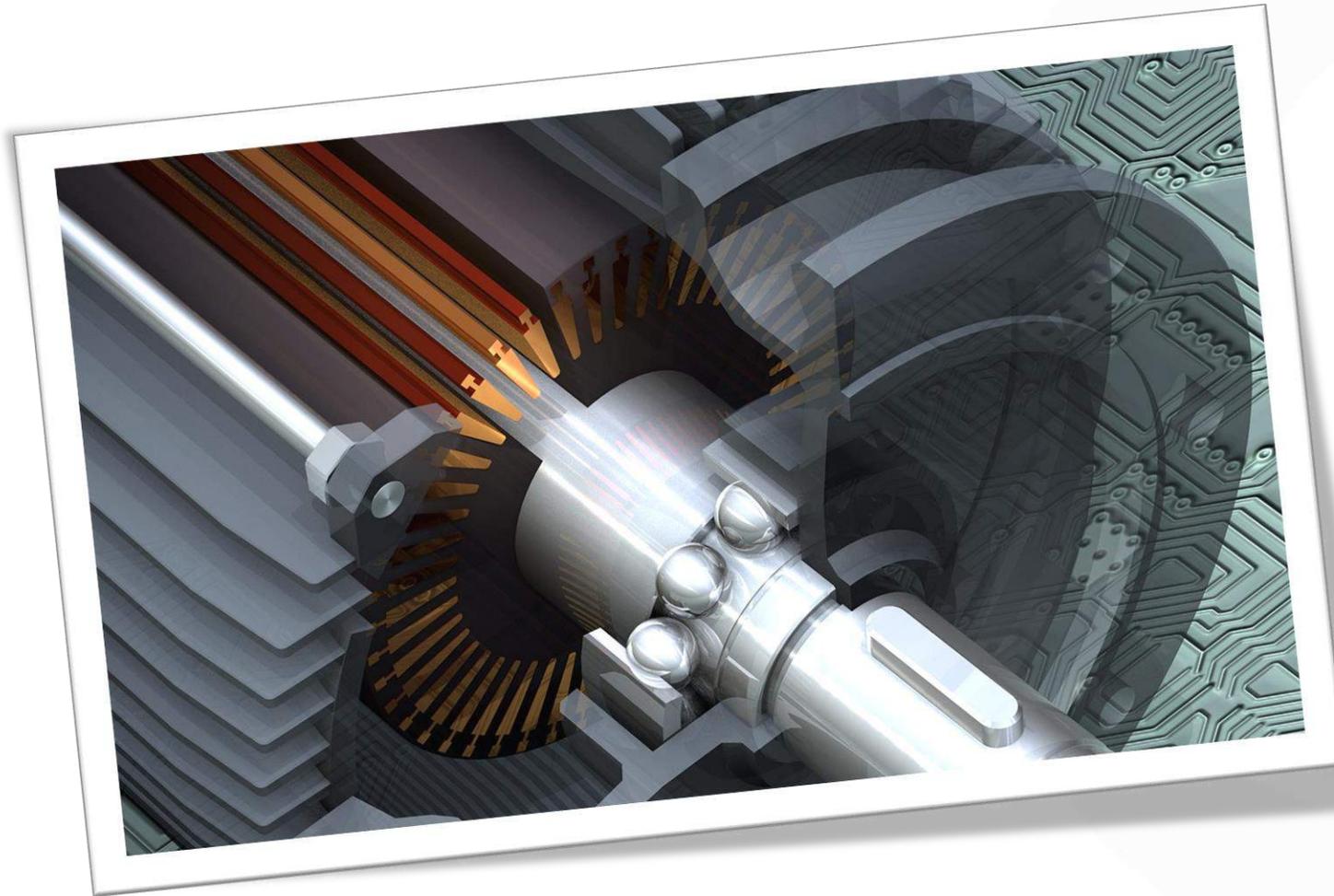
- Modificación de la geometría de la carcasa.
- Inducción del estrés en la carcasa.
- Modificación de las cargas en los rodamientos.
- Modificación de la película de lubricación.
- Modificación de la posición de los sellos.
- Excentricidad en los acoplamientos.



# Como corregir la Pata Coja



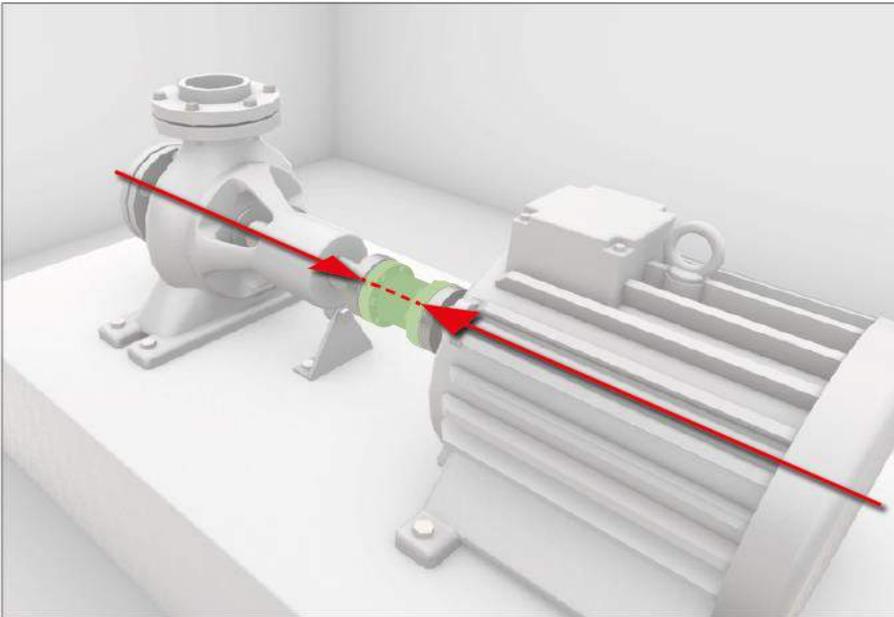
# Alineación de ejes de precisión, piedra base de un mantenimiento de calidad



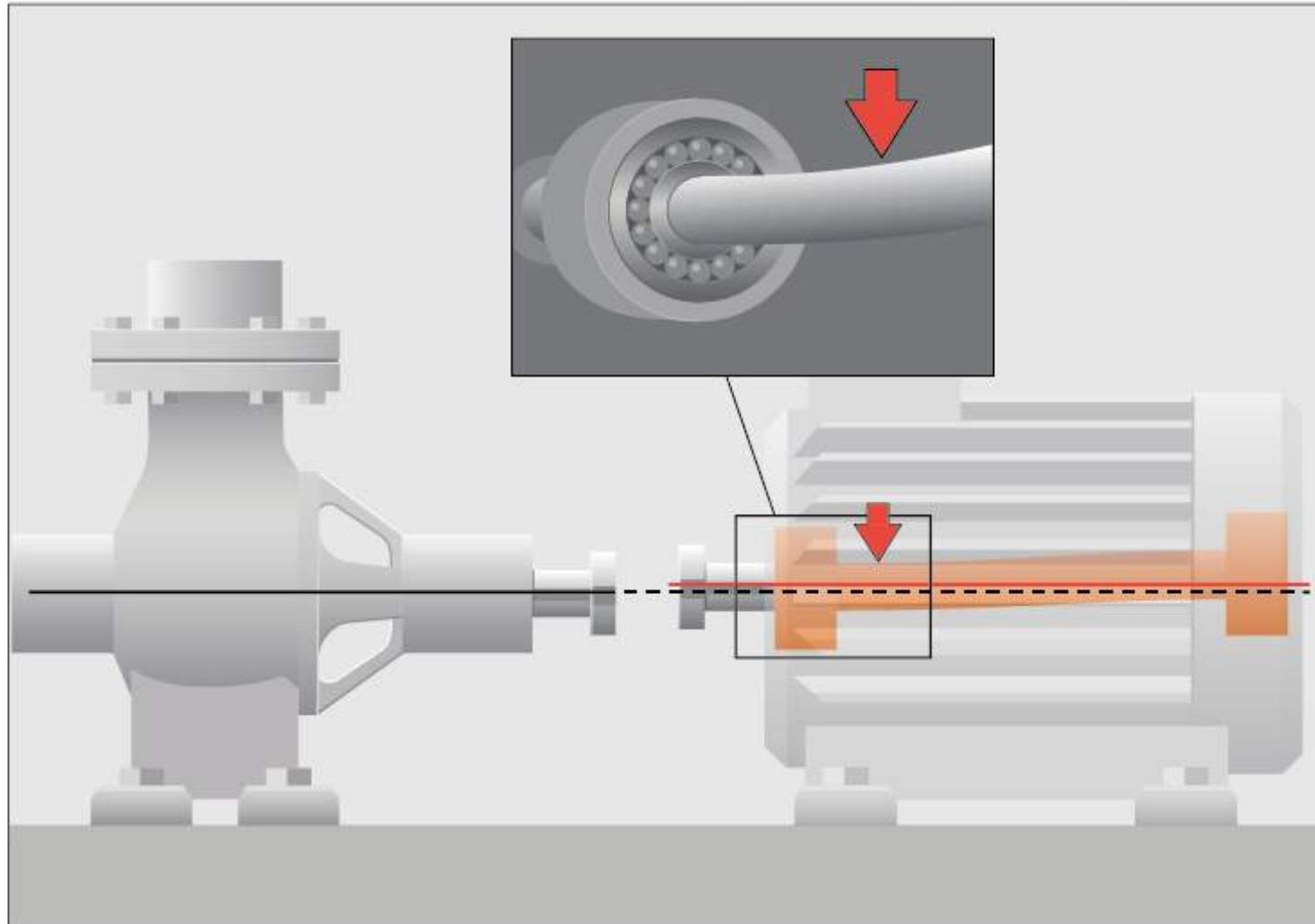
# ¿Qué es la alineación de ejes ?

---

Los ejes están alineados para que sus líneas centrales rotativas sean **COLINEARES** bajo condiciones operativas.



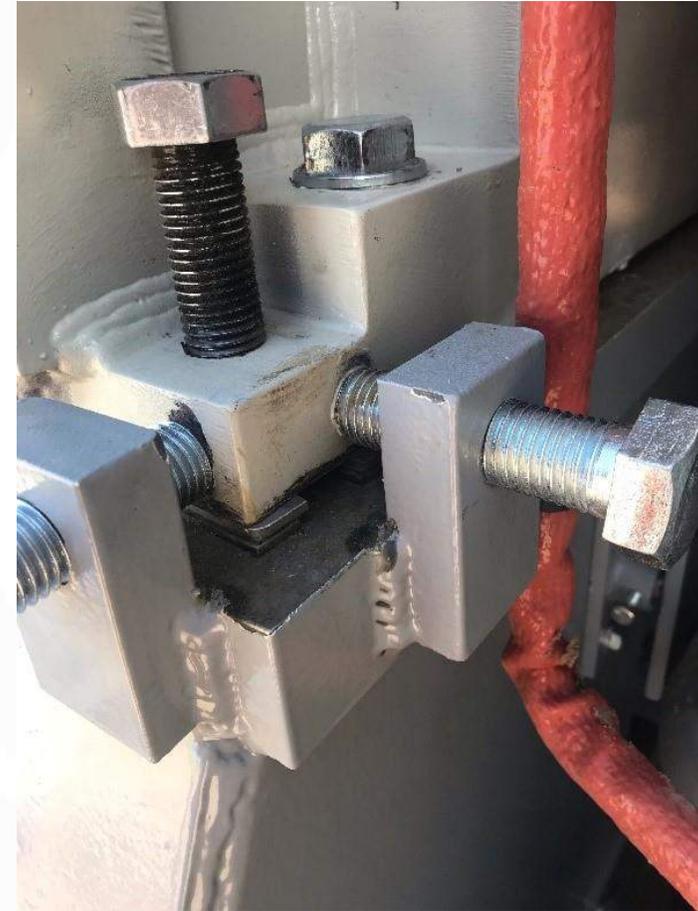
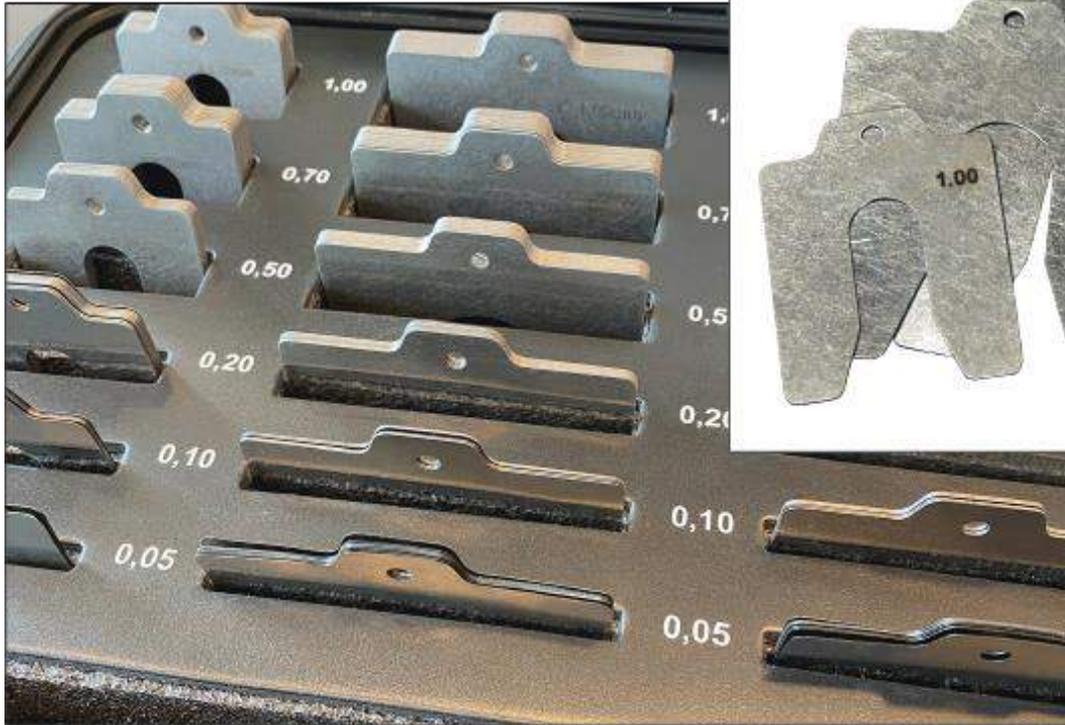
# La desalineación es responsable del 50% de fallas en equipos rotativos.



# Tolerancias de Alineación

RPM	Excellent		Acceptable	
	OFFSET (mm)	ANGLE (mm/100 mm)	OFFSET (mm)	ANGLE (mm/100 mm)
0–1000	0.07	0.06	0.13	0.10
1000–2000	0.05	0.05	0.10	0.08
2000–3000	0.03	0.04	0.07	0.07
3000–4000	0.02	0.03	0.04	0.06
4000–5000	0.01	0.02	0.03	0.05
5000–6000	<0.01	0.01	<0.03	0.04

# ¿Cómo corregir la desalineación?



# Carga de la boquilla / Nozzle load

- La boquilla es la conexión de brida entre la tubería hasta la cámara de compresión.
- Lado de succión.
- Lado de descarga.



# Tensión en las tuberías

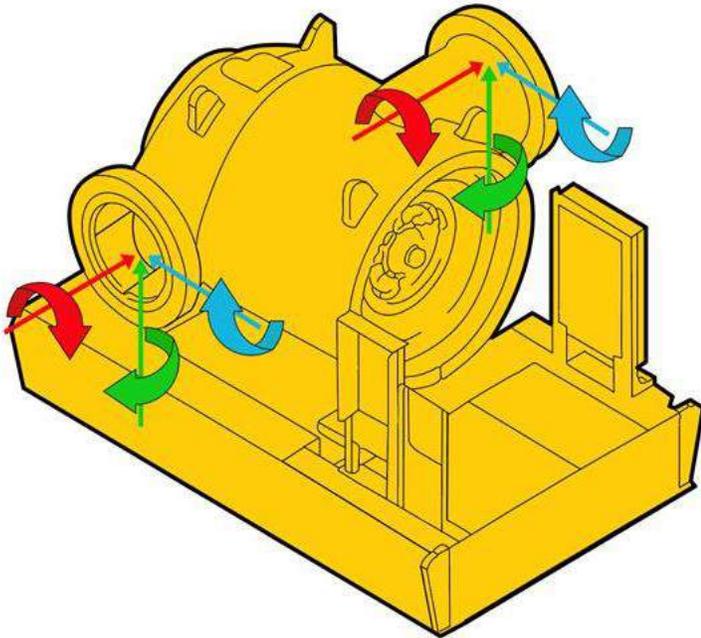
## Tensión Estática

- Tuberías desalineadas
- Los soportes de las tuberías están impropriamente construidas forzando las tuberías

## Tensión Dinámica

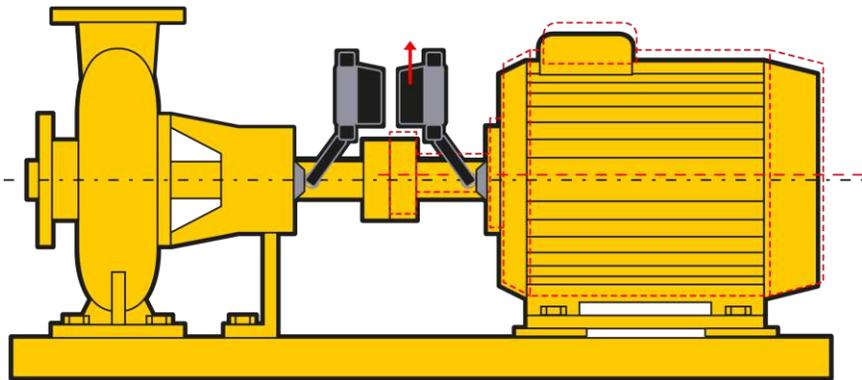
- La temperatura del proceso dilata o contrae las paredes de las tuberías forzando las conexiones
- El peso y el flujo del fluido transportado afecta la tubería haciéndola desplazarse.

# Las consecuencias de estrés de las tuberías



- Generación de la carga en la boquilla.
- Modificación de la geometría de la carcasa.
- Inducción del estrés en la carcasa.
- Modificación de las cargas en los rodamientos.
- Modificación de la película de lubricación.
- Modificación de la posición de los sellos.
- Excentricidad en los acoplamientos.

# Expansión térmica

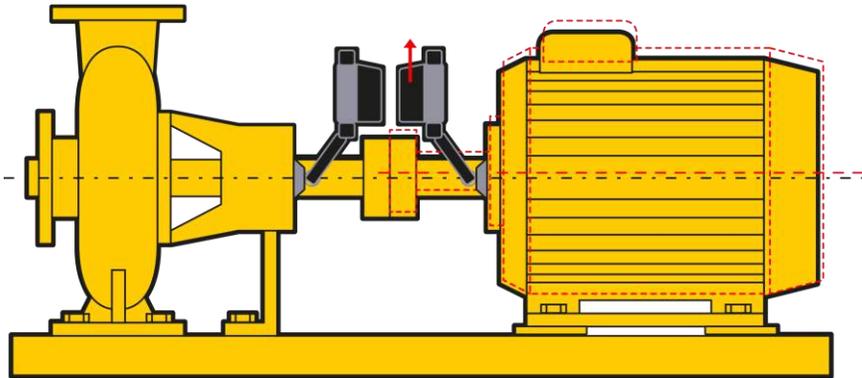


Cuando un equipo se ve afectado por la diferencia de la temperatura y el material del que está fabricado expande diferente que el equipo al que está acoplado.

No colinear significa estar fuera de la línea central de los ejes.

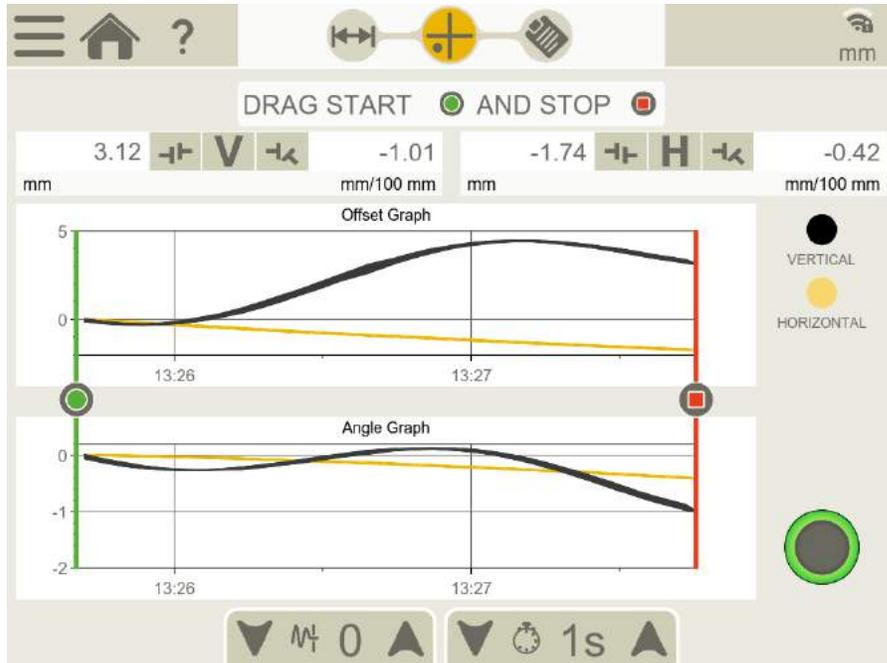
# Medición dinámica, el último test

---



- Planitud
- Nivel
- Pata coja
- Expansión Térmica
- Alineamiento de ejes
- Tensión de Tuberías

# Significado del EasyTrend



- Medir y demostrar la estabilidad de los equipos rotativos
- Confirmar existencia de las fuerzas dinámicas
- Manifiestar la dirección y el desplazamiento



CONGRESO DE  
MANTENIMIENTO  
& CONFIABILIDAD  
M É X I C O

**16**  
EDICIÓN

# **iGRACIAS!**

**Roman Megela Gazdova**

[roman.megela@easylaser.com](mailto:roman.megela@easylaser.com)