


# Mantenimiento Predictivo basado en monitoreo de vibración avanzado en línea

Mateo Peñaranda V.  
Bogotá, Abril 2019



# Agenda

- Introducción
  - ¿Qué es realmente el mantenimiento predictivo?
  - Limitaciones de sistemas convencionales
  - Requerimientos sistemas vibración avanzada
- Descripción sistemas avanzados
- Inclusión del sistema en plan de gestión activos
- Futuro de las herramientas
- Preguntas y comentarios

# Introducción

## ¿Qué es realmente el mantenimiento predictivo?



- Causa / Diagnóstico
- Determinar tiempo hasta la falla (probabilidad)

# Introducción

## ¿Qué es realmente el mantenimiento predictivo?



Mantenimiento  
Preventivo  
basado en  
condición

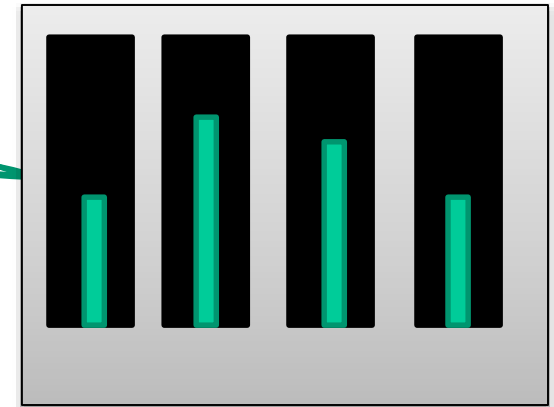
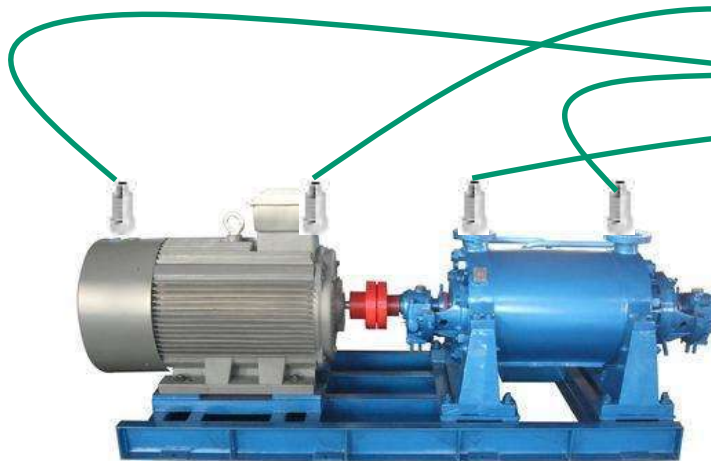
Mantenimiento  
Predictivo



- Causa / Diagnóstico
- Determinar tiempo hasta la falla (probabilidad)

# Introducción

## Limitaciones sistemas convencionales

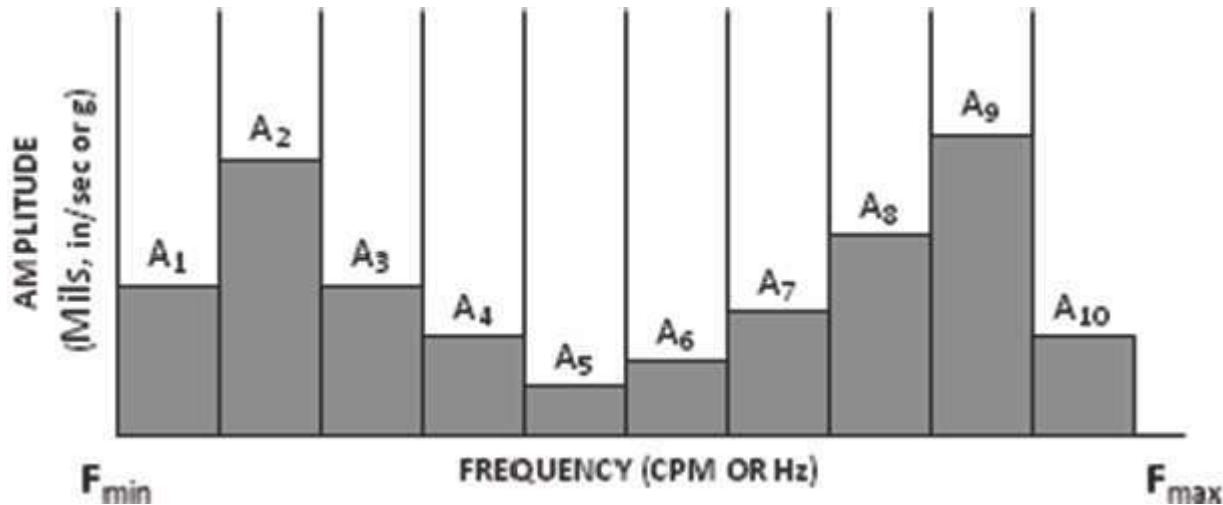


-Lecturas overall



# Introducción

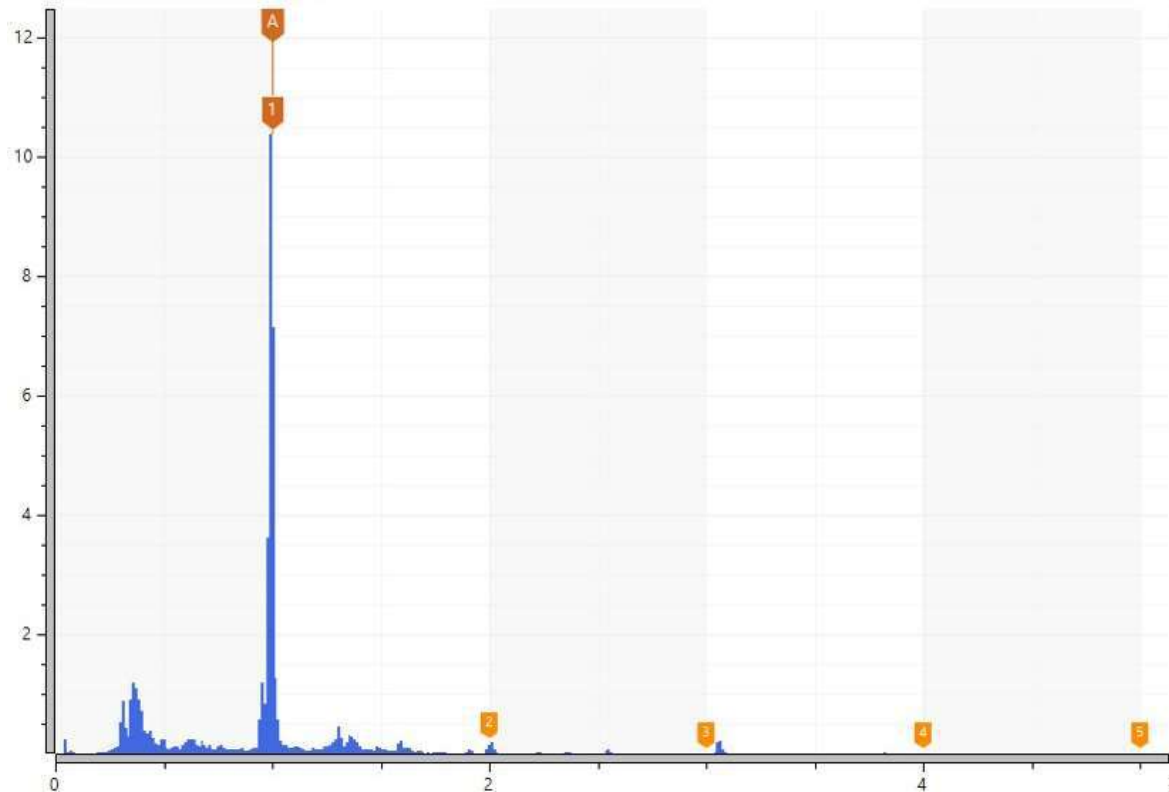
## Overall vibration vs Spectrum



$$A = \sqrt{\sum_{i=1}^N A_i^2}$$

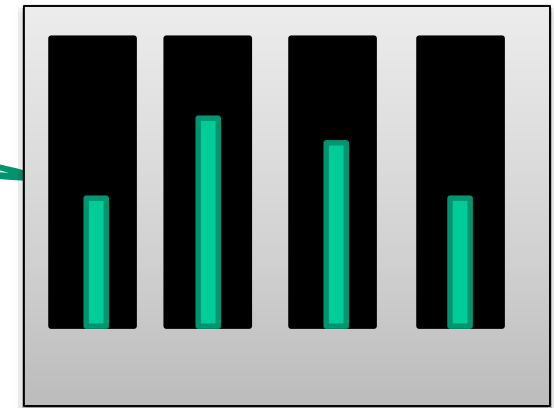
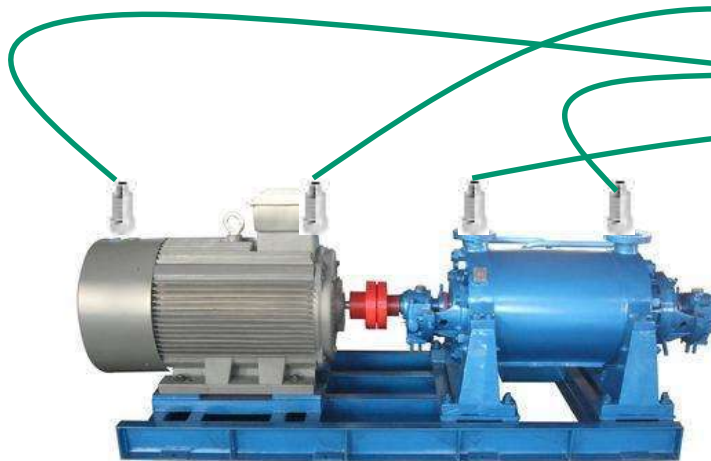
# Introducción

## Overall vibration vs Spectrum



# Introducción

## Limitaciones sistemas convencionales



- Lecturas overall
- Análisis post mortem
- Muchos equipos / señales

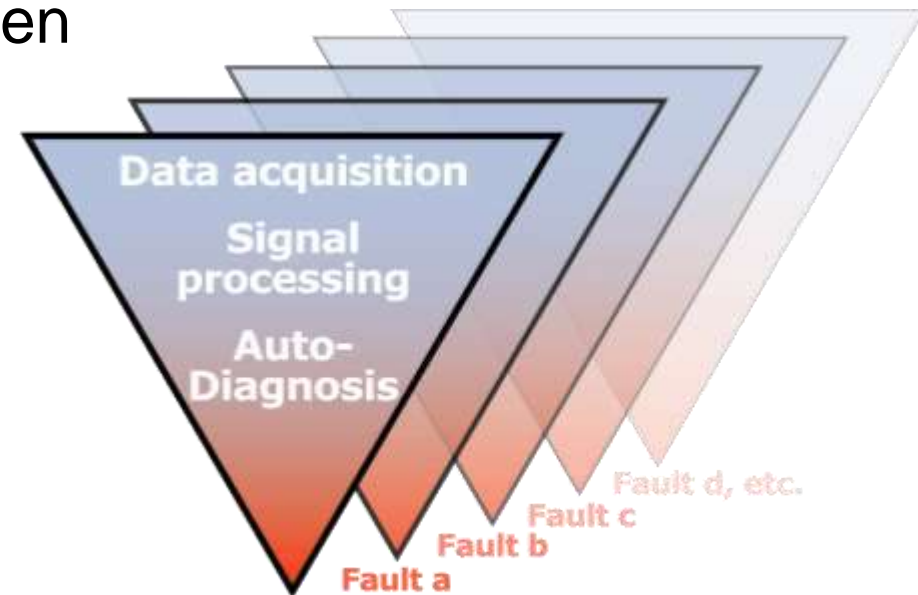




# Introducción

## Requerimientos sistema de análisis de vibración avanzada para Mantenimiento Predictivo:

- Monitoreo automático basado en *features*\*
- Diagnóstico en línea
- Pronostico (prognosis) a tiempo de falla



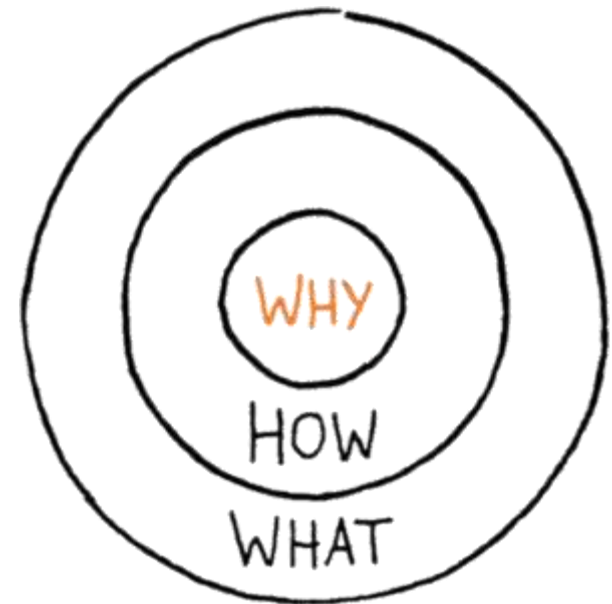
\*Características de la señal que pueden ser relacionadas con fallas.  
(Ej: valor RMS, amplitud 1X, impactos tiempo)

**Symptom strength  
per potential fault**

# Introducción

## Requerimientos sistema de análisis de vibración avanzada para Mantenimiento Predictivo:

- Monitoreo automático basado en *features*\*
- Diagnóstico en línea
- Pronostico (prognosis) a tiempo de falla



\*Características de la señal que pueden ser relacionadas con fallas.  
(Ej: valor RMS, amplitud 1X, impactos tiempo)

**EtaPRO™**

**PROCESADOR  
BIG DATA**

**EtaPRO™  
archive™**



**EtaPRO™  
VIRTUALPLANT™**

**Modelamiento  
termodinámico**

**EtaPRO™  
APR**

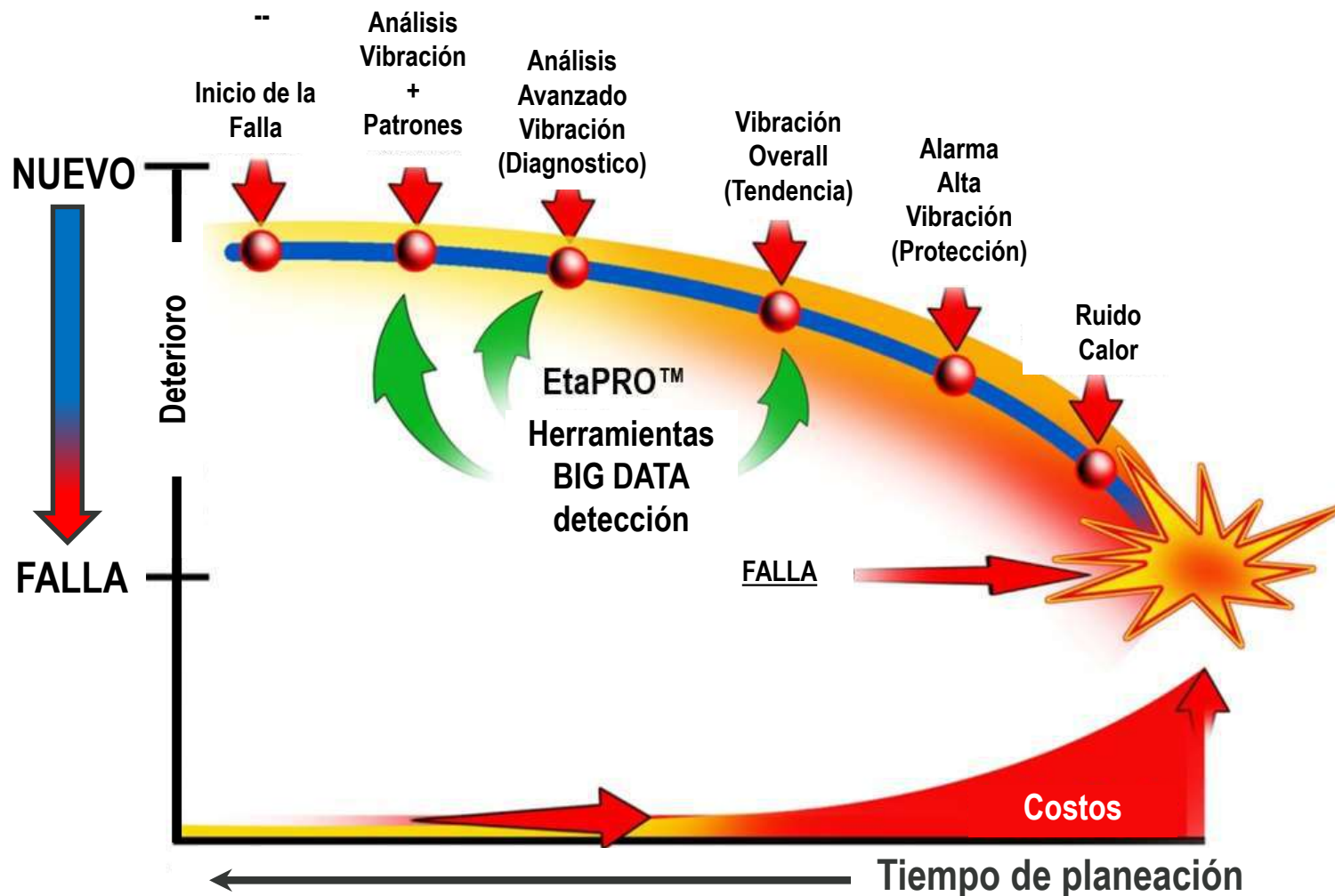
**Detección de  
anomalías**

**EtaPRO™  
predictor™**

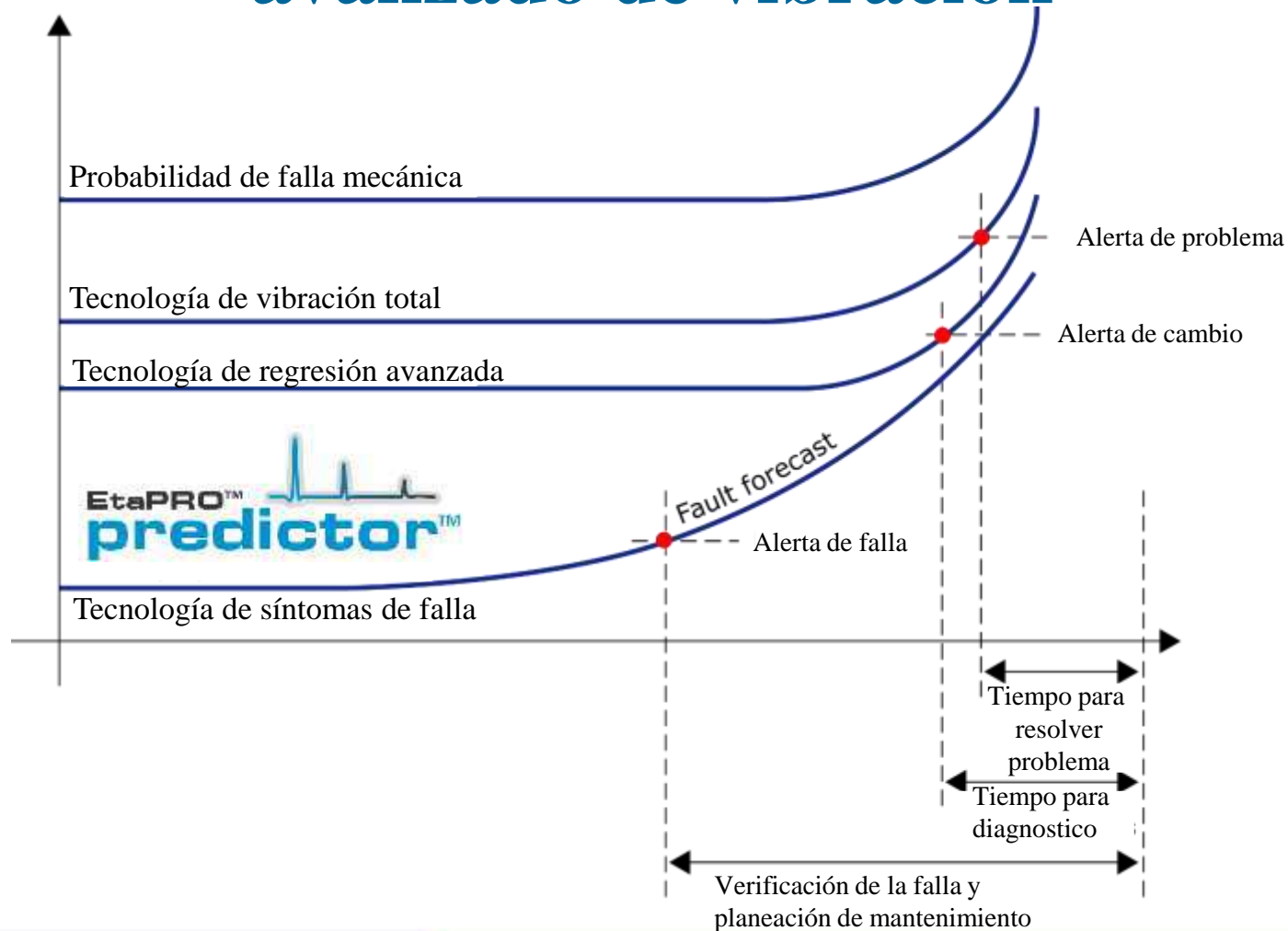
**Diagnóstico de  
maquinaria**



# Descripción sistemas de análisis avanzado de vibración

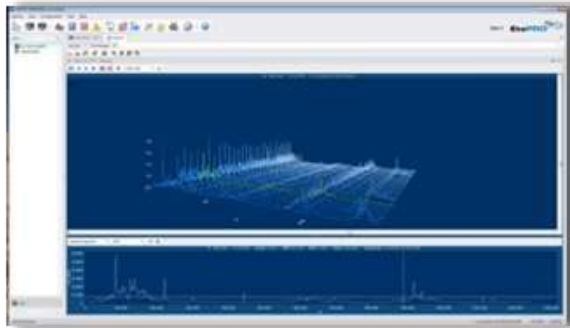


# Descripción sistemas de análisis avanzado de vibración



# Descripción sistemas de análisis avanzado de vibración

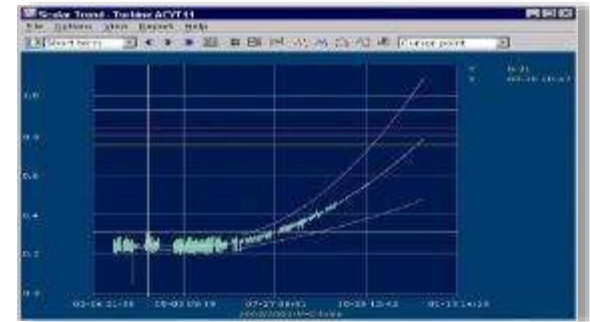
## Análisis Información



EtaPRO™  
predictor™

AutoDiagnosis™


## Pronóstico



## Datos Históricos

- Información diseño
- Medición de potencia
- Medición de cargas
- Temperaturas
- Posición de válvulas
- Diferencial de presión
- Vibraciones
- Etc

Autodiagnosis Messages (Action) - DAM@RDOP010G

 Location: Damhead Creek, GT1, Turbine  
Component: T-Blades Row4

Diagnosis: (693-14-40-3)

**Blade Phenomena (Resonance, Structural Change, etc)**  
Abnormal blade behaviour has developed to a state where some action is recommended: Inspection or overhaul. The diagnosis implies that a mechanical change in blades/vanes or guide vanes has occurred.

Prediction:  
Date of Diagnosis: 2006-08-04 13:47:47  
**Prediction of Required Action Level:**  
Nominal Prediction: 19 Days  
Early Prediction: 15 Days  
Late Prediction: 24 Days

Recommendation:

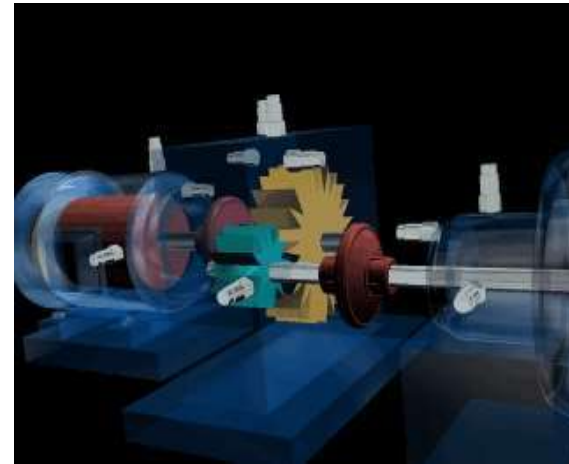
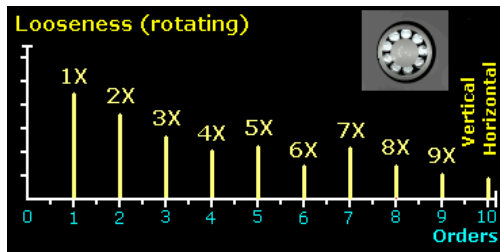
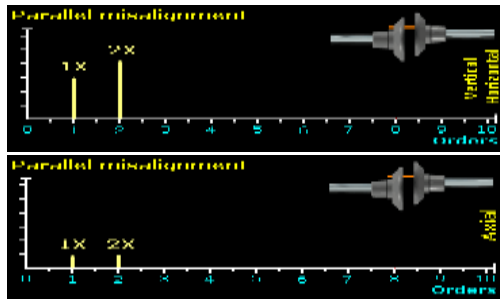
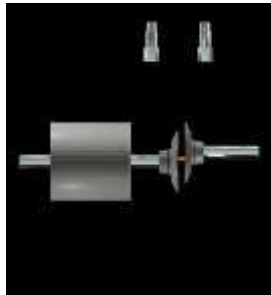
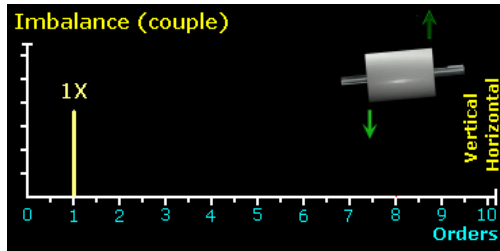
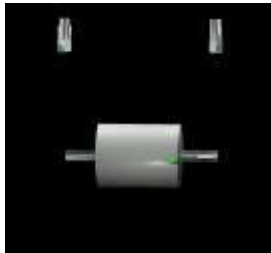
Confidence: - Status: Not Accepted

Accept

More Browser Plot Manager Close

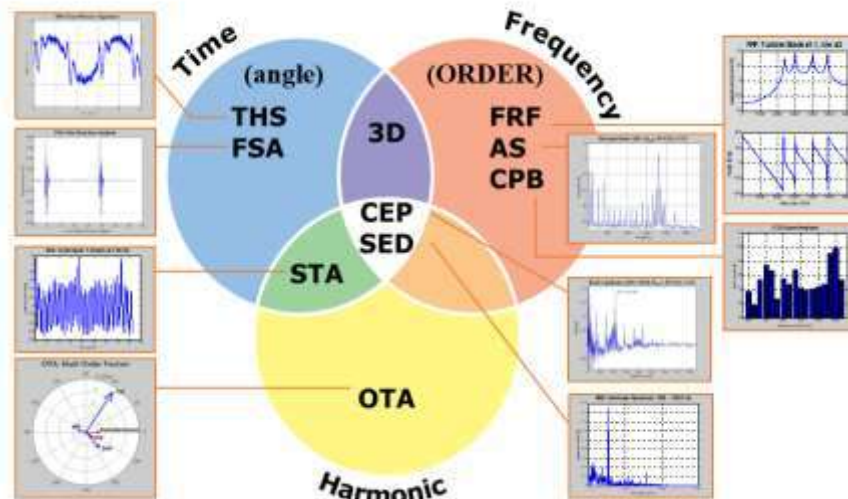
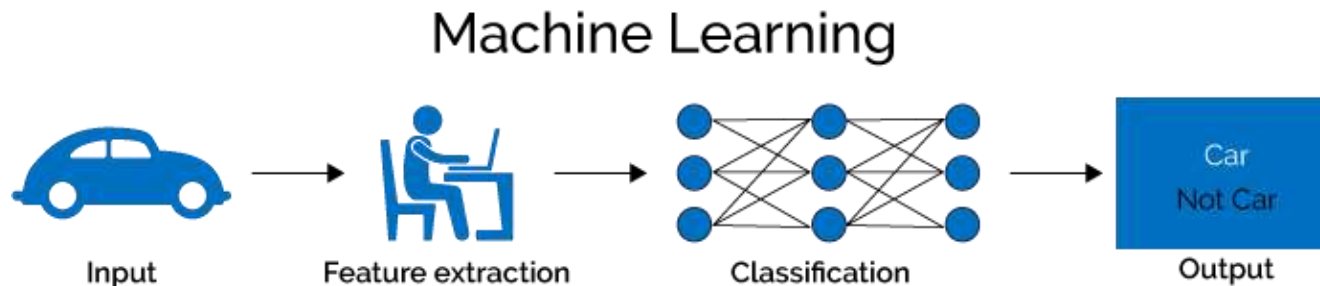


# Descripción sistemas de análisis avanzado de vibración



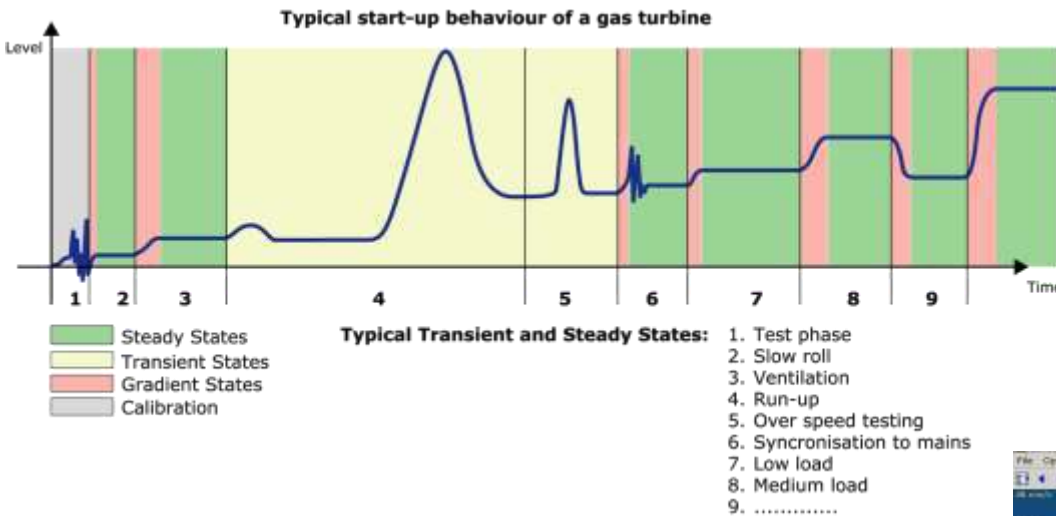
*Combinación de fallas*

# Descripción sistemas de análisis avanzado de vibración

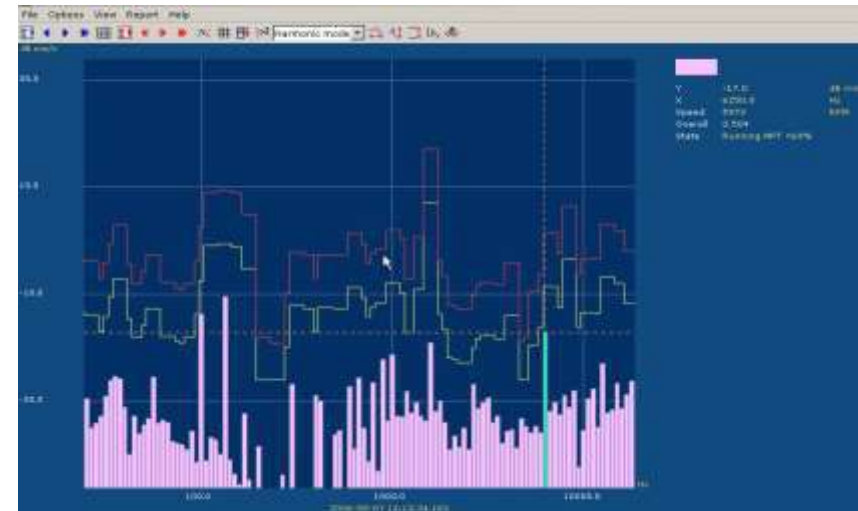




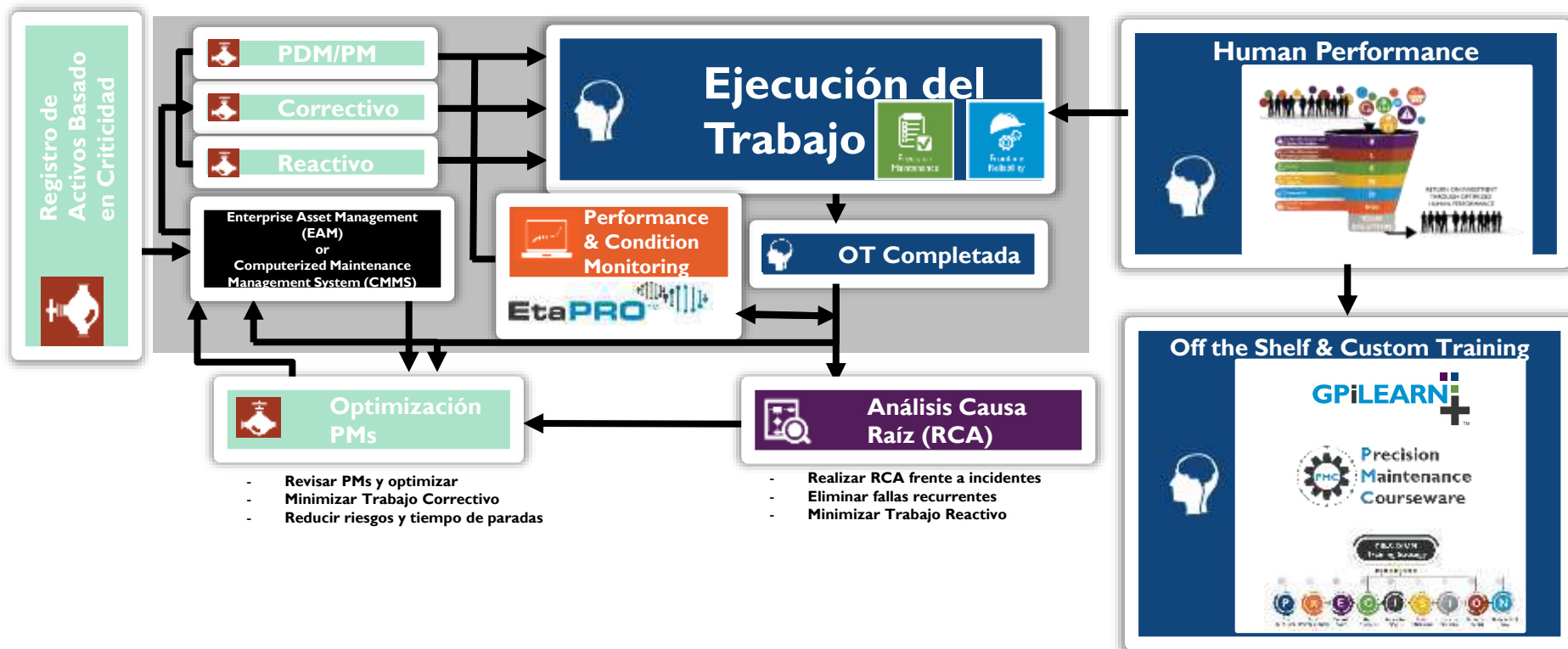
# Descripción sistemas de análisis avanzado de vibración



*Features* y Límites por  
Estados de Operación



# Inclusión del sistema en P.G.A.



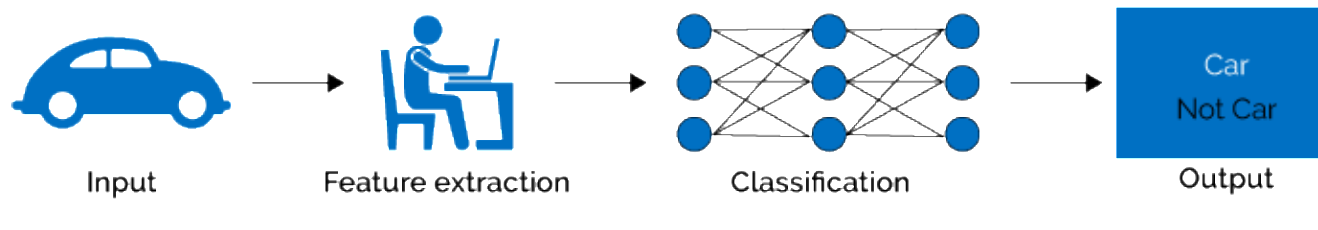
**Visión Gerencia – Metas y estrategias del negocio → Mejora continua**

# Inclusión del sistema en P.G.A.

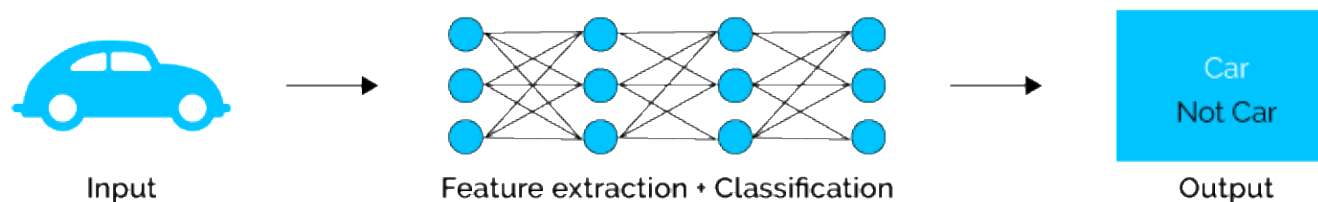


# Futuro de estas herramientas

## Machine Learning



## Deep Learning



+Redes neuronales complejas

# Futuro de estas herramientas

## The 4<sup>th</sup> Industrial Revolution Is Upon Us.

FROM INDUSTRY 1.0 TO INDUSTRY 4.0

### FIRST INDUSTRIAL REVOLUTION

Introduction of mechanical  
production facilities with the  
help of water and steam power



1784

First mechanical loom

### SECOND INDUSTRIAL REVOLUTION

Introduction of a division of labor  
and mass production with the  
help of electrical energy

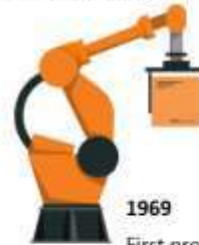


1870

First assembly line

### THIRD INDUSTRIAL REVOLUTION

Use of electronic and IT systems  
that further automate production



1969

First programmable  
(PC)

### FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION

The Digital Connected World



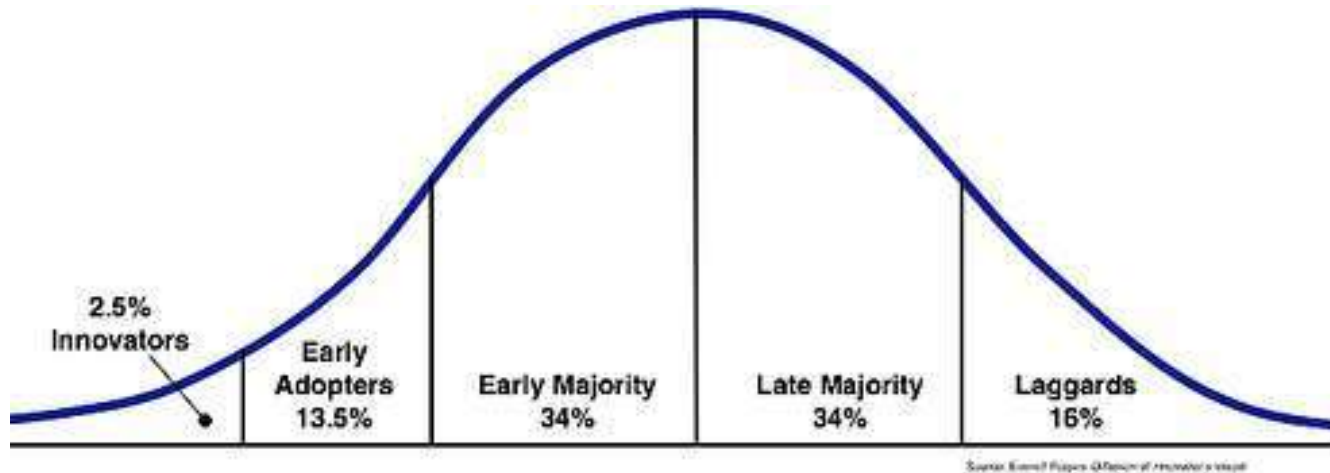
2000

• Lean  
• Six Sigma



+Mas corta y mas agresiva

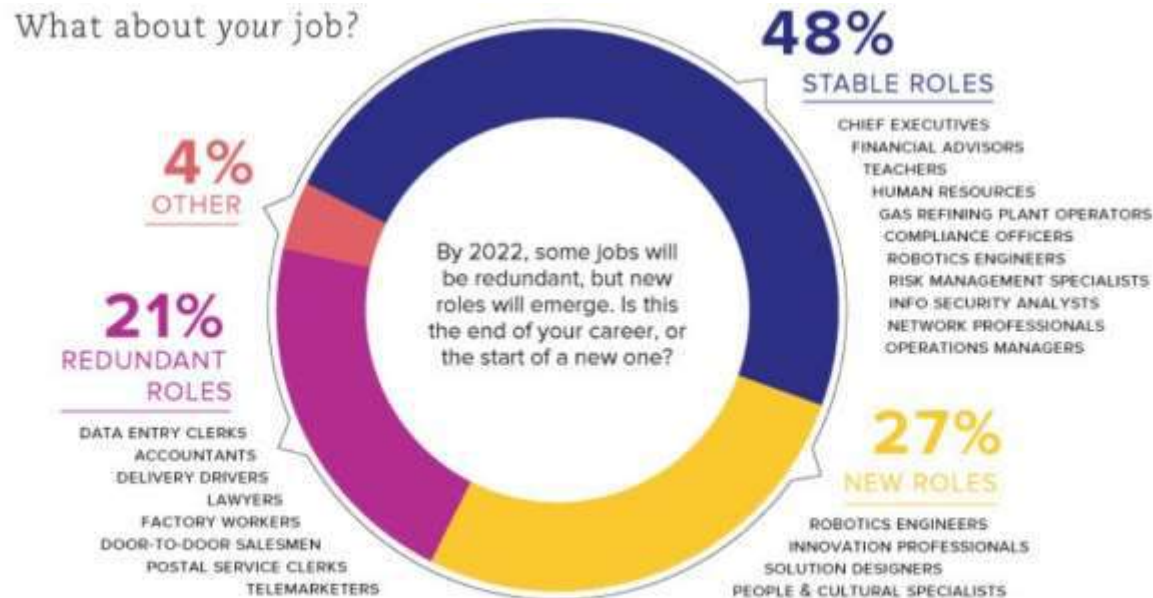
# Futuro de estas herramientas



+Rápida adaptación tecnológica



# Futuro de estas herramientas



SOURCE: Future of Jobs Survey 2018, World Economic Forum, Statista

visualcapitalist.com



# Preguntas y comentarios







**Mateo Peñaranda V.**

Perf & Mech Applications Engineer  
[mpenaranda@gpstrategies.com](mailto:mpenaranda@gpstrategies.com)

[www.gpstrategies.com](http://www.gpstrategies.com)



(+57) 3142451045  
Bogota, Colombia

- Mechanical Engineer
- Certified Reliability Leader
- Vibration Analyst