

2ª JORNADA “ASTILLERO 4.0 - EL ASTILLERO DEL FUTURO”  
UNIDAD MIXTA DE INVESTIGACIÓN NAVANTIA – UDC



# SISTEMAS DE MEDICION, APLICACIONES Y SPC EN EL MONTAJE DE AEROESTRUCTURAS

Prepared by:  
Juan Ramón Astorga Ramirez  
Manufacturing Engineering Expert (Tooling and Automation) – Airbus  
Head New Technologies and Automation TAOE– Airbus Defence and Space  
Associated Professor ESI - University of Cádiz

October 25<sup>th</sup> 2017

**AIRBUS**

INDICE

Presentación Airbus DS

Presentación CBC

Introducción

    Que es un aerestructura

    Medir vs inspeccionar

    Tipos de inspección ( dimensional, funcional o cosmética)

    Grado de automatización

Sistemas de Medición.

    Con contacto

        Brazos Articulados

        CMM MAQUINAS DE CN DE MEDICIÓN DE COORDENADAS

        Laser tracker (se puede automatizar)

    Sin contacto terrestres

        Laser radar

        SWL

        Fotogrametría

        Cámaras de visión artificial

        Laser Scanner

        Gap Gun

    Sin contacto Aéreos

        Cámaras con drones

INDICE

Aplicaciones

- Fabricación de utillaje
- Revisiones Periódicas de utillaje o máquinas
- Montajes de componentes en prototipos
- Ensayos funcionales
- Mediciones geométricas
- Optimización de la precisión de robots

SPC

- Variabilidad de los procesos
- Determinar tolerancias
- Impacto en nuevos diseños



 **AIRBUS**  
DEFENCE & SPACE

# Pioneros aeroespaciales: ayer, hoy y mañana.

## Nuestra tradición es ir un paso más allá.



### 1942 ME 262

La **primera** aeronave con **propulsión a chorro construida en serie**. Un momento clave en el desarrollo de aeronaves, que dirigió el camino hacia una nueva era de tecnología y rendimiento.



### Desde 1979 y siguiendo Ariane

El acceso independiente de Europa al espacio, el lanzador comercial **más fiable del mundo**.



### En el futuro HAPS Zephyr

El **único vehículo** solar no tripulado, de gran altitud, **probado** y titular del récord mundial de resistencia

# Una plantilla de 33.500 personas dedicada a los proyectos de sus clientes.

## Innovador

Más de 190 patentes en 2014, siendo una referencia en innovación dentro de Airbus Group.

## Altamente cualificado

Casi el 70% de la plantilla de Airbus Defence and Space tiene un título universitario de grado o posgrado.

## Multinacional

Hay más de 80 nacionalidades diferentes representadas en la plantilla de Airbus Defence and Space.

# En lo más alto: **Military Aircraft**



**Un posicionamiento fuerte en todos los segmentos.**

**A400M:** el avión de transporte moderno con mayor capacidad

**A330 MRTT :** la referencia para la nueva generación de aviones cisterna

**C295:** una plataforma asequible, fiable y versátil

**Eurofighter:** Efectivo, probado, de confianza

A high-angle, rear-quarter view of an Airbus A400M military transport helicopter in flight. The helicopter is positioned centrally, flying over a vast, flat, arid landscape under a clear blue sky. The rotor blades are blurred, indicating motion. The aircraft's four main engines are visible on the wings, and the tail rotor is at the top. The text 'A400M' is visible on the side of the fuselage.

UN AVIÓN  
QUE HACE  
**el trabajo**  
**de tres.**

## A400M

Un avión que se adapta como ningún otro a suministros tácticos, a transporte estratégico y a repostaje en primera línea



UN AVIÓN PARA LAS FUERZAS  
AÉREAS  
más innovadoras.

## Eurofighter

El avión de combate  
polivalente de nueva  
generación más avanzado del  
mercado

Noviembre de 2016 - 9

CON ESTE AVIÓN  
CONSIGA  
**más de todo**



## A330 MRTT

La solución de nueva generación que  
permite la  
mayor cantidad de combustible, de  
pasajeros y de carga

LA SOLUCIÓN PARA  
CUALQUIER  
PRESUPUESTO  
**y cualquier  
misión.**

**C295 y CN235**

Aviones robustos y fiables  
para una amplia gama de misiones  
desde transporte hasta vigilancia

# Apuntamos con éxito a las estrellas.



## Cuota de mercado de Airbus DS\*:

**Lanzamientos de satélites comerciales** 50% del mercado con Ariane

**Satélites de observación de la Tierra:** 40-50% del mercado internacional. 1<sup>er</sup> exportador de satélites para la observación de la Tierra

**Satélites de telecomunicación:** 25% del mercado. Único proveedor que entrega a los siete principales operadores de telecomunicaciones

\* Fuente: Análisis interno, promedio del volumen de ventas de varios años

A blue-tinted photograph of an Airbus aircraft assembly line. The image shows the curved fuselage of an airplane under construction, with various mechanical components and wiring visible. The lighting is dramatic, highlighting the metallic surfaces and the complex structure of the aircraft.

# AIRBUS

---

## Airbus DS Cádiz

### Overview

*Pioneering the Future together*

# A400M

Component	Technology	Process
HTP	Composites	Automatic Lay Up
Rear Cone	Metallic	Super Plastic Forming & Diffusion Bonding
FSF	Composites	Fiber Placement
Powerplant	Metallic	Hot Forming



# A380

Component	Technology	Process
Fan Cowls	Composites	Fiber Placement
Metallic Parts	Metallic	Hydroforming



# A320 Neo

Component	Technology	Process
Fan Cowls	Composites	Fiber Placement
Fan Cowls	Assembly	Automated Assembly
Metallic Parts	Metallic	Hot Forming



# Eurofighter

Component	Technology	Process
Slats	Metallic	SPF & DB
Metallic Parts	Metallic	Super Plastic Forming

Slats

Metallic Parts



# C295

Component	Technology	Process
Winglet	Assembly	
Metallic Parts	Metallic	Hot Forming



Winglet

Metallic Parts

# Boeing 737 Max

Component	Technology	Process
Fan Cowl	Assembly	Automated Assembly
IOB	Metallic	
Metallic Parts	Metallic	Stretching & Hot Forming



# A330 MRTT

Component	Technology	Process
Edge Angles	Metallic	Super Plastic Forming
Leading Angles	Metallic	Super Plastic Forming



# Falcon 7x

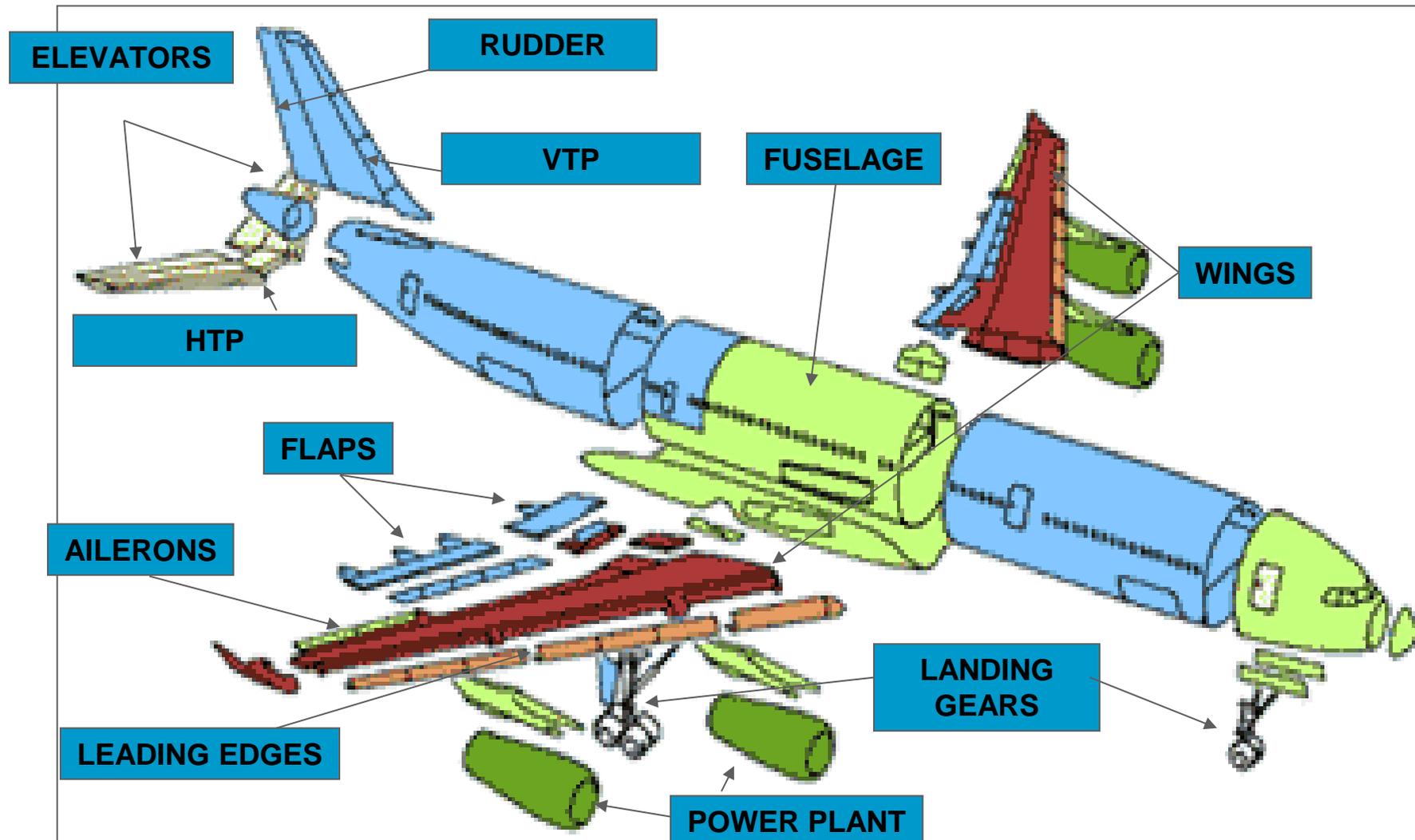
Component	Technology	Process
HTP	Composites	Automated Lay Out



## INTRODUCCIÓN

- Que es una aeroestructura
- Medir vs inspeccionar
- Tipos de inspección ( dimensional, funcional o cosmética)
- Grado de automatización

## QUE ES UNA AEROESTRUCTURA



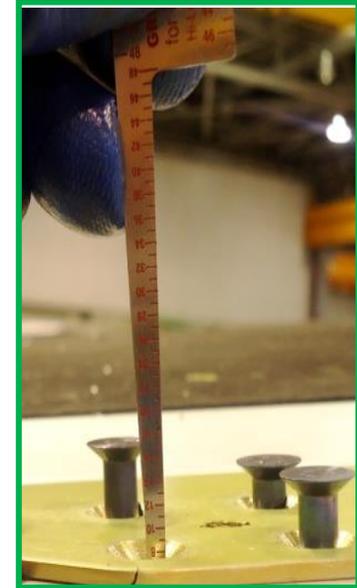
# MEDIR VS INSPECCIONAR



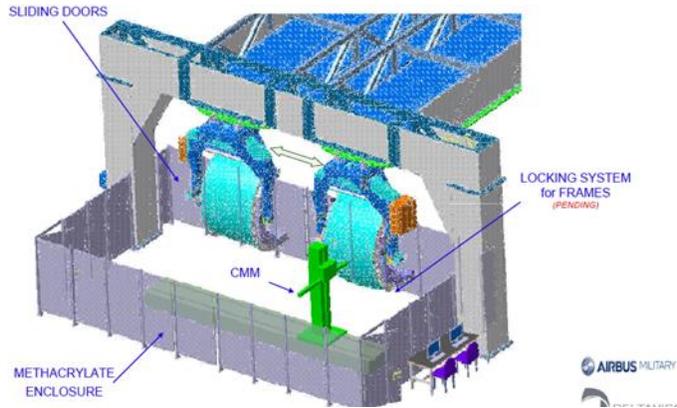
**INCORRECTO**



**CORRECTO**



## TIPOS DE INSPECCIÓN



### DIMENSIONAL

Se miden:  
Superficies  
Contornos  
Holguras y enrasas  
Alineaciones de ejes  
Puntos de nivelación



### FUNCIONAL

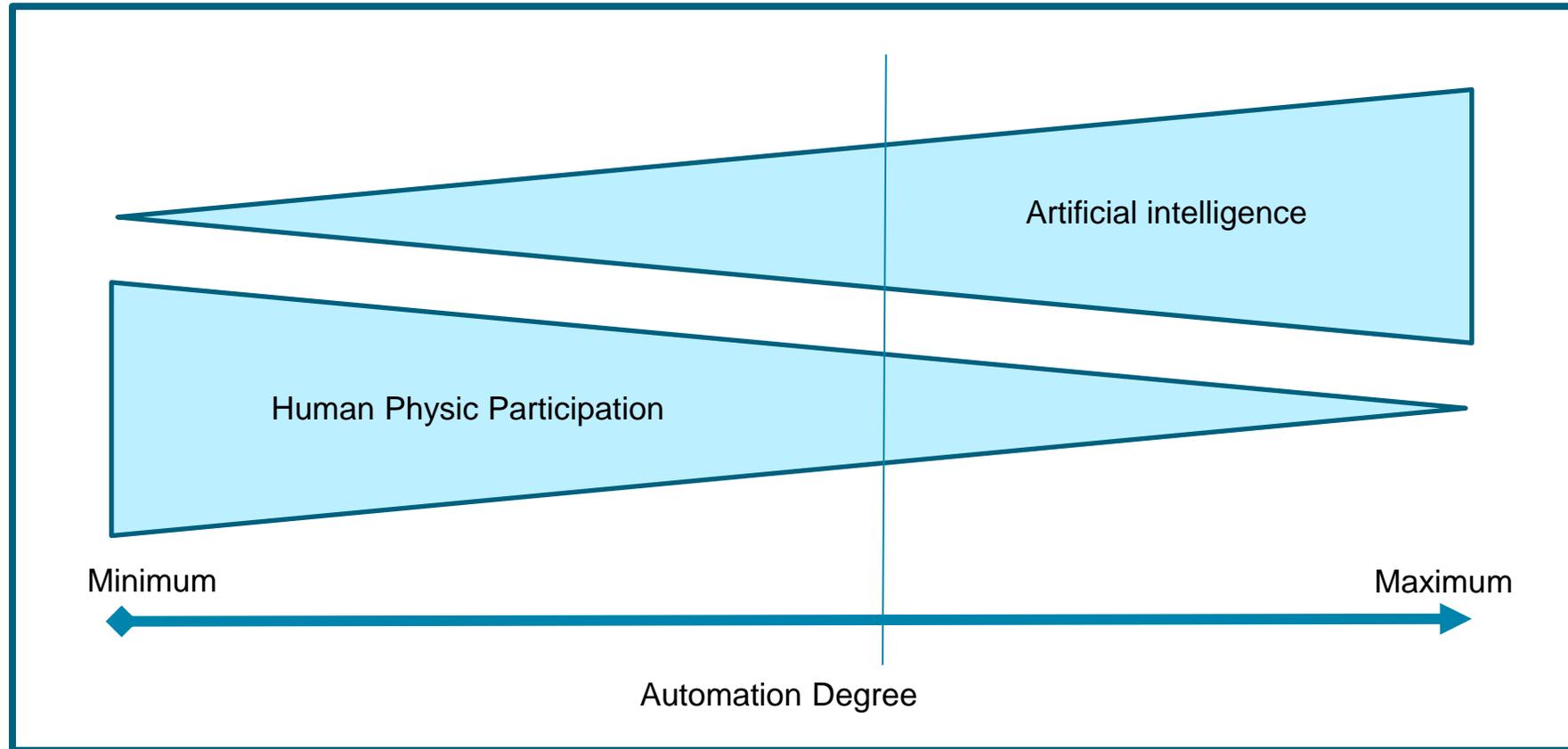
Se comprueban que:  
No faltan elementos  
Están en su posición correcta  
Las piezas no están giradas



### COSMÉTICA

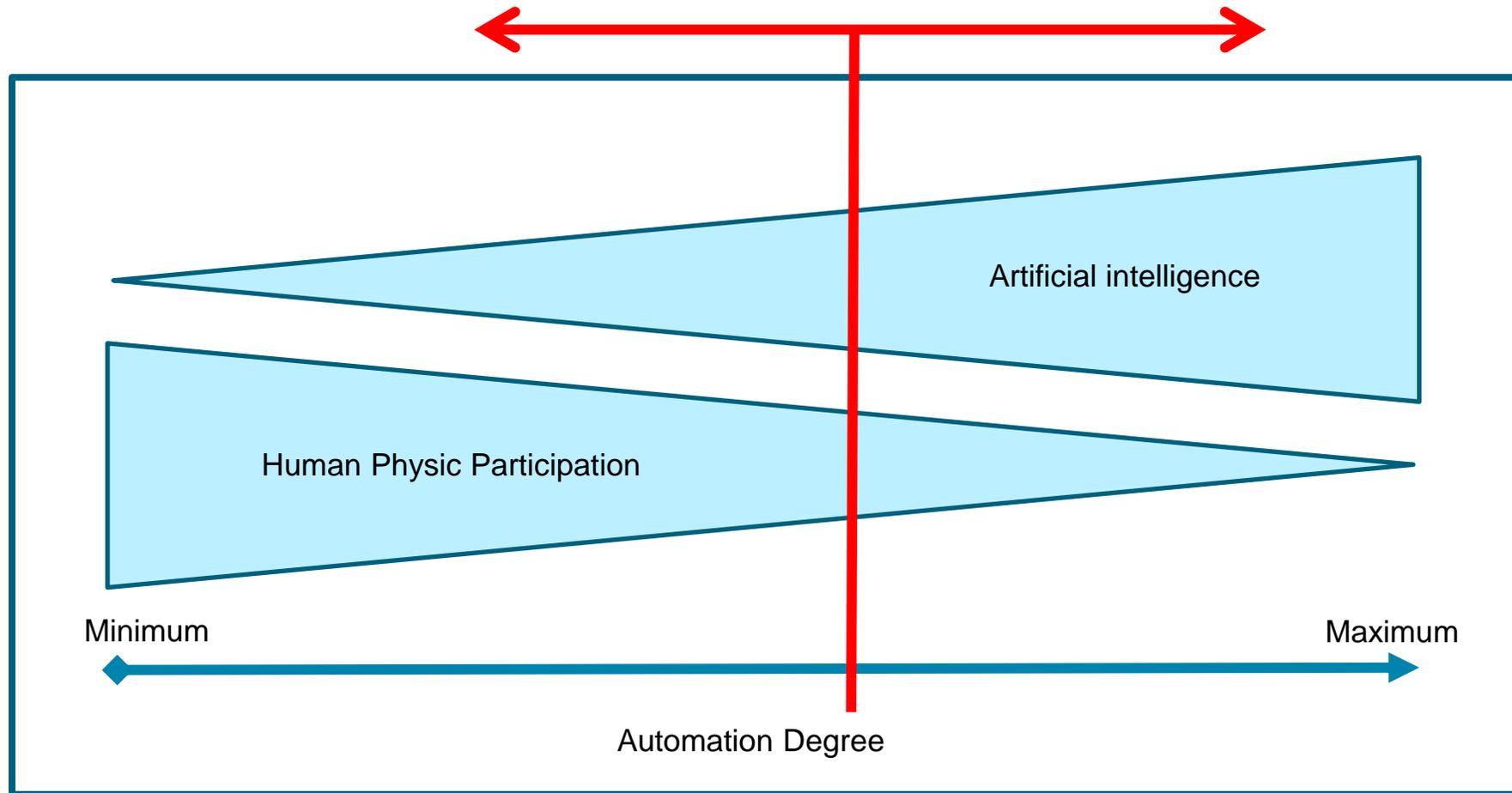
Se observan:  
Defectos de Pinturas  
Brillos  
Suciedad  
Marcas y Arañazos  
Arrugas

## Grado de Automatización



Grado de Automatización

Efficiency (Cost VS Benefits = €)



## SISTEMAS DE MEDICIÓN

### Con contacto

Brazos Articulados

CMM Maquinas de Medición de Coordenadas

Laser tracker (se puede automatizar)

### Sin contacto terrestres

Laser radar

SWL

Fotogrametría

Cámaras de visión artificial

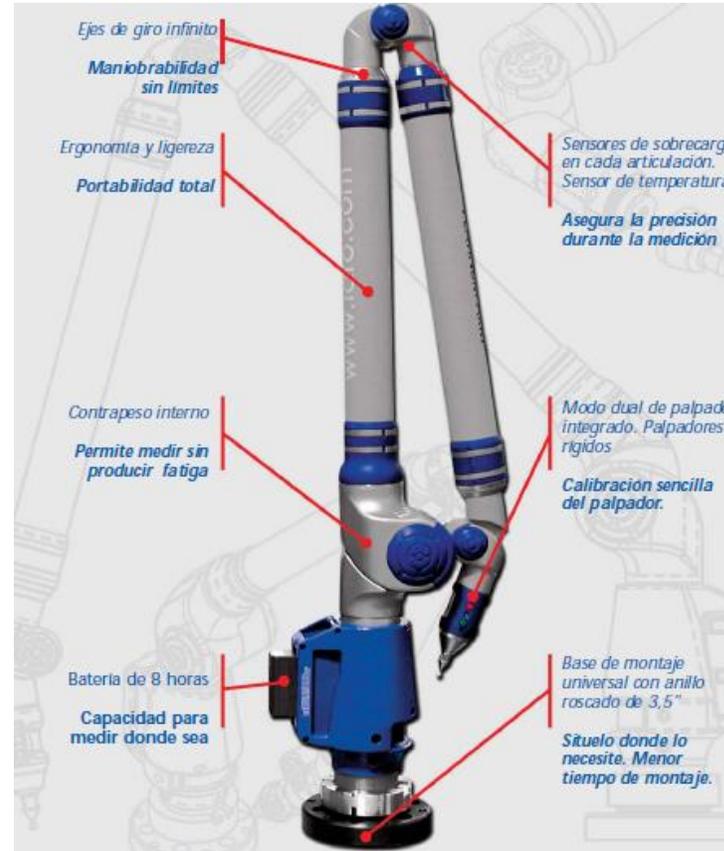
Laser Scanner

GapGun

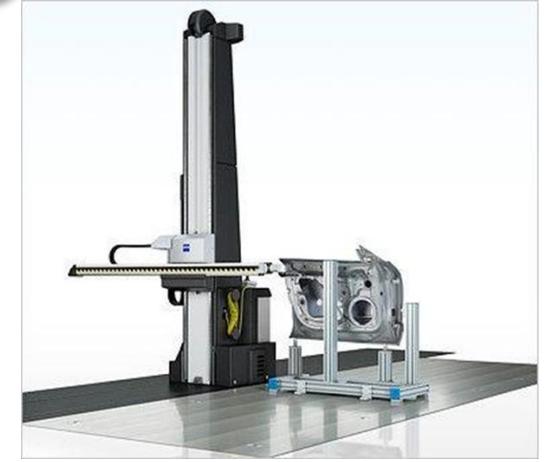
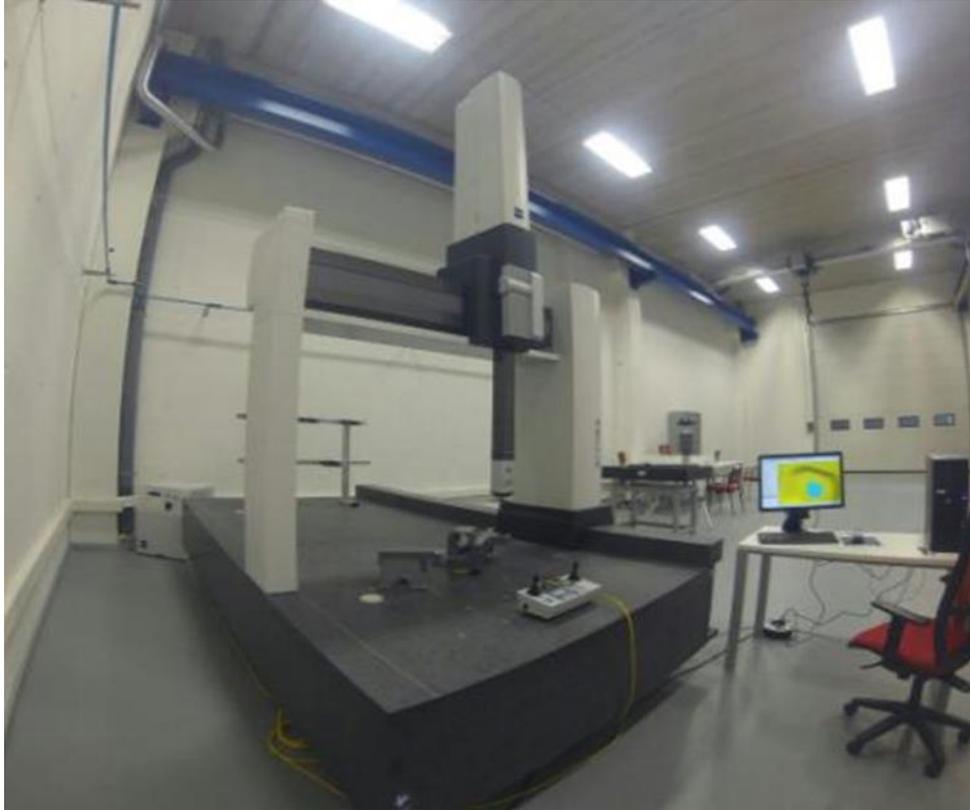
### Sin contacto Aéreos

Cámaras con drones

## BRAZOS ARTICULADOS O CMM PORTATILES



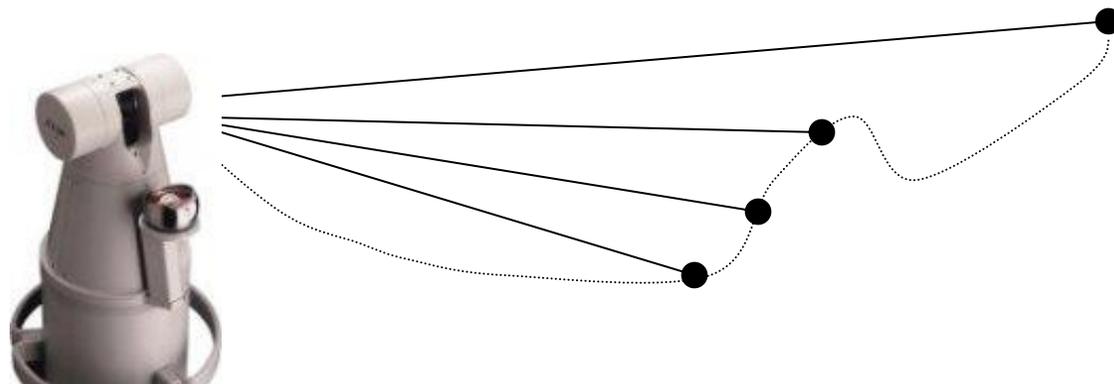
## CMM MAQUINAS DE MEDICIÓN DE COORDENADAS



## LASER TRACKER O INTERFERÓMETRO LASER

## Fundamento de funcionamiento del equipo

El sistema Laser Tracker es un instrumento de medida en 3D mediante un sistema de seguimiento interferométría láser y un distanciometro absoluto que recoge la posición del reflector en el espacio (mediante la lectura de la distancia al Cabezal de medida y los ángulos de giro del cabezal).



## LASER TRACKER O INTERFERÓMETRO LASER



## LASER TRACKER O INTERFERÓMETRO LASER

### T-Probe, palpador



#### T-Probe

- Palpador super ligero de Fibra Carbón
- 620 g con batería
- < 500g sin batería
- sin cables
- El doble de ángulo de aceptación
- Para diestros y zurdos
- Memoria incorporada
- Identificación automática del palpador
- Señales visuales y acústicas integradas
- 100-500 puntos/segundo
- Medición en estático y continuo
- Inicialización automática

## LASER TRACKER O INTERFERÓMETRO LASER

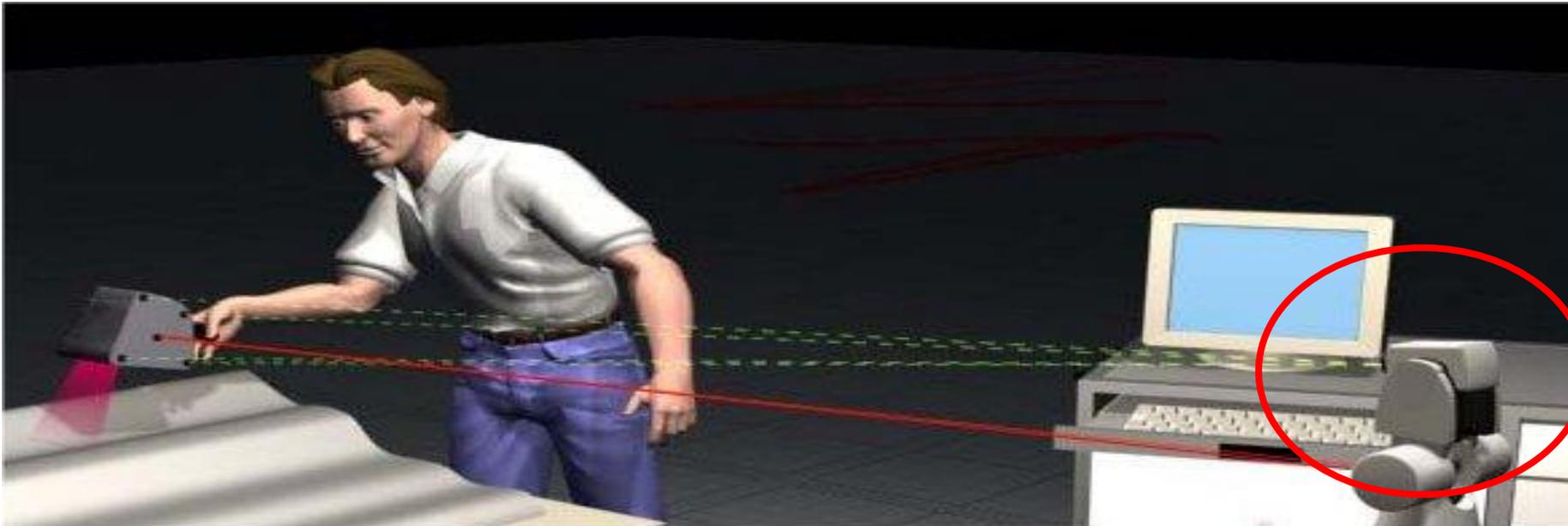
### T-Cam

LTD800 mide la posición

T-Cam mide la orientación

Precisión

- Posición con la precisión estándar de los Trackers Leica
  - Orientación de  $0.01^\circ$  entre 1.5 y 15 metros de distancia
- 100(+) mediciones por segundo



T-Cam

## Laser Radar



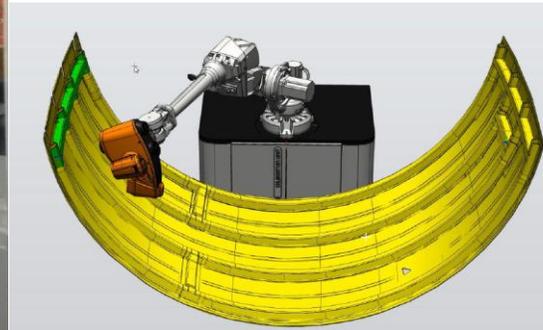
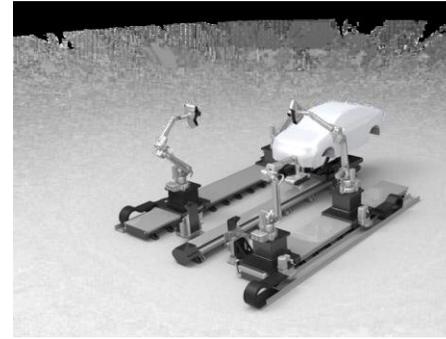
### Características

- Gran velocidad de medición.
- Alto rendimiento en mediciones directas sobre fibra de carbono.
- En mediciones integradas con utillaje y maquinaria, su automatización es el 100%.
- En mediciones manuales una sola persona gestiona hasta dos equipos.

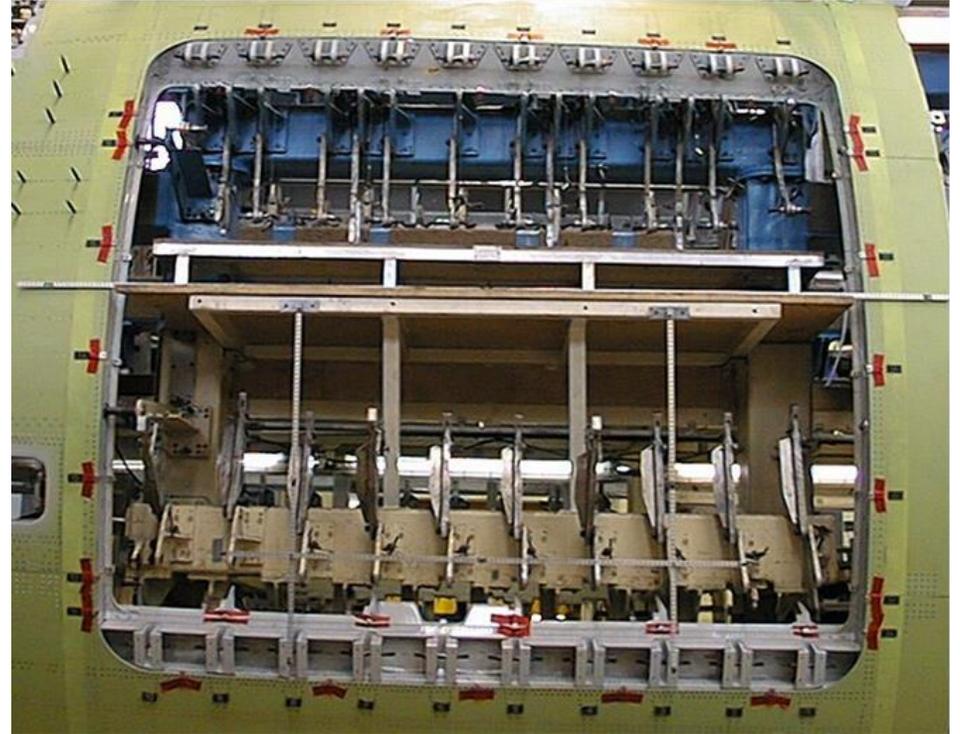
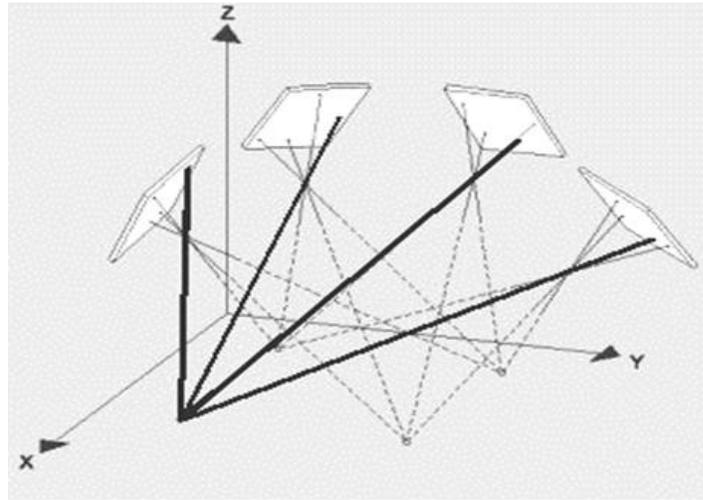
### Mejoras

- Detección automática de cantos y taladros
- Medición de alta precisión para determinación exacta de espesores “SVI”
- Mejor comportamiento con fibra de carbono
- Más estabilidad de medición

# SWL - STRUCTURED WHITE LIGHT



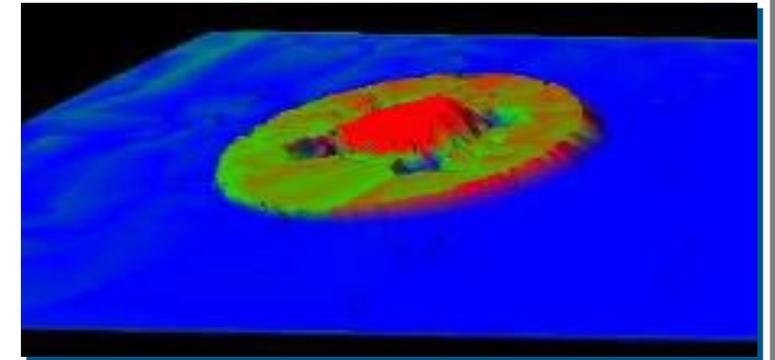
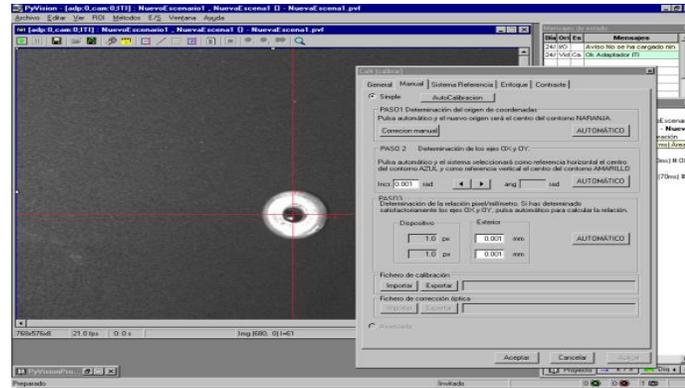
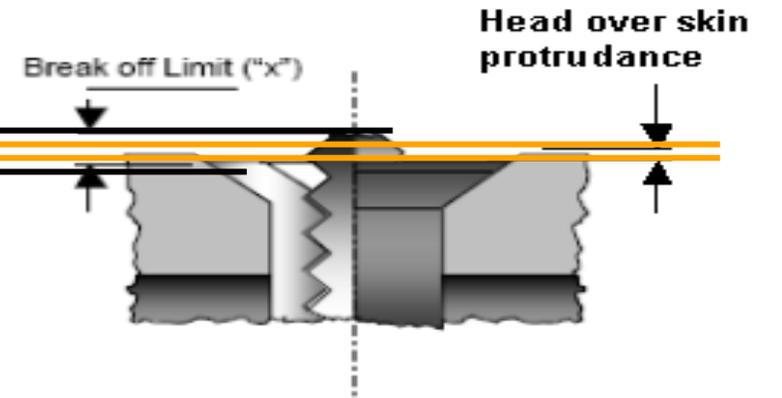
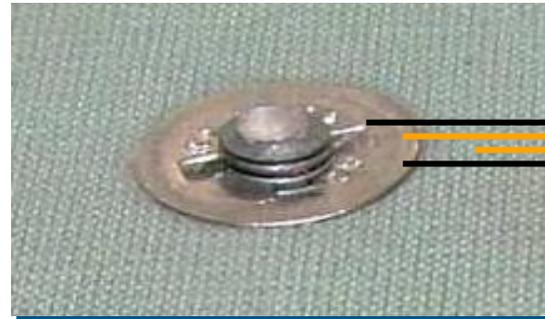
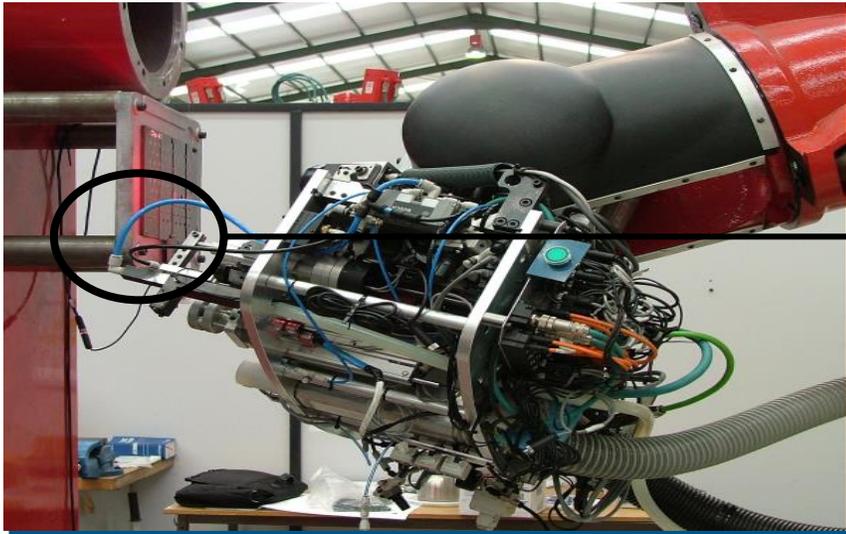
# FOTOGRAMETRÍA



# FOTOGRAMETRÍA



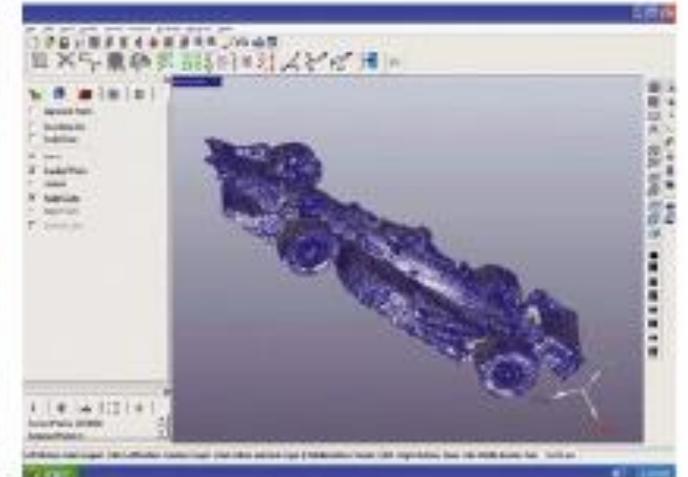
# CÁMARAS DE VISIÓN ARTIFICIAL



## LASER SCANNER



*Exploración de un producto de plástico*



*Resultados tridimensionales de tiempo real*

## LASER SCANNER

## T-SCAN, escáner de mano

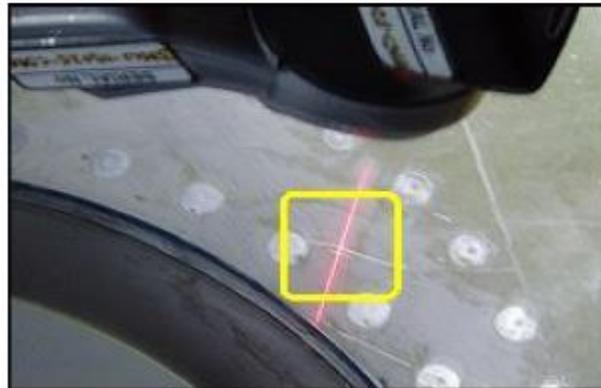
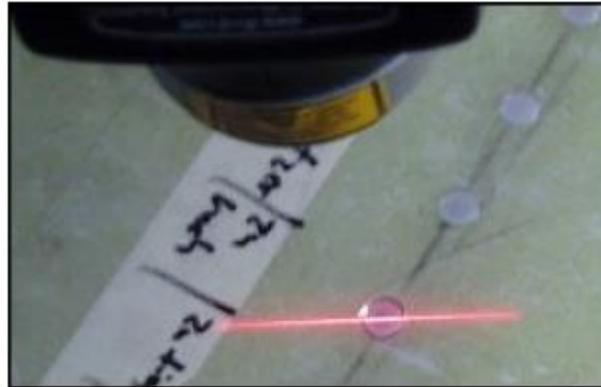
- Escáner de mano “ Listo para medir millones de puntos en minutos”  
⇒ Sin orientación previa
- Ajuste automático de la intensidad para cada punto.  
⇒ No afecta el cambio de material como en los escáner de línea
- No le afectan las condiciones de luz ambientales  
⇒ No es necesario oscurecer la estancia



# GAP GUN



### Altura de un remache



### Gap y Flush de un panel



## APLICACIONES

Fabricación de utillaje  
Revisiones Periódicas de utillaje o máquinas  
Montajes de componentes en prototipos  
Posicionamiento de grandes componentes  
Ensayos funcionales  
Mediciones geométricas  
Optimización de la precisión de robots

APLICACIONES

## Aplicaciones tradicionales del Laser Tracker



Montaje



Verificación de Utillaje



Comparación contra CAD



Medición de objetos de grandes dimensiones



Verificaciones periódicas



Control de robots

## APLICACIONES

Fabricación de Utillaje

Revisiones Periódicas de Utillaje



APLICACIONES

Mediciones Geométricas

ANTES



AHORA



APLICACIONES

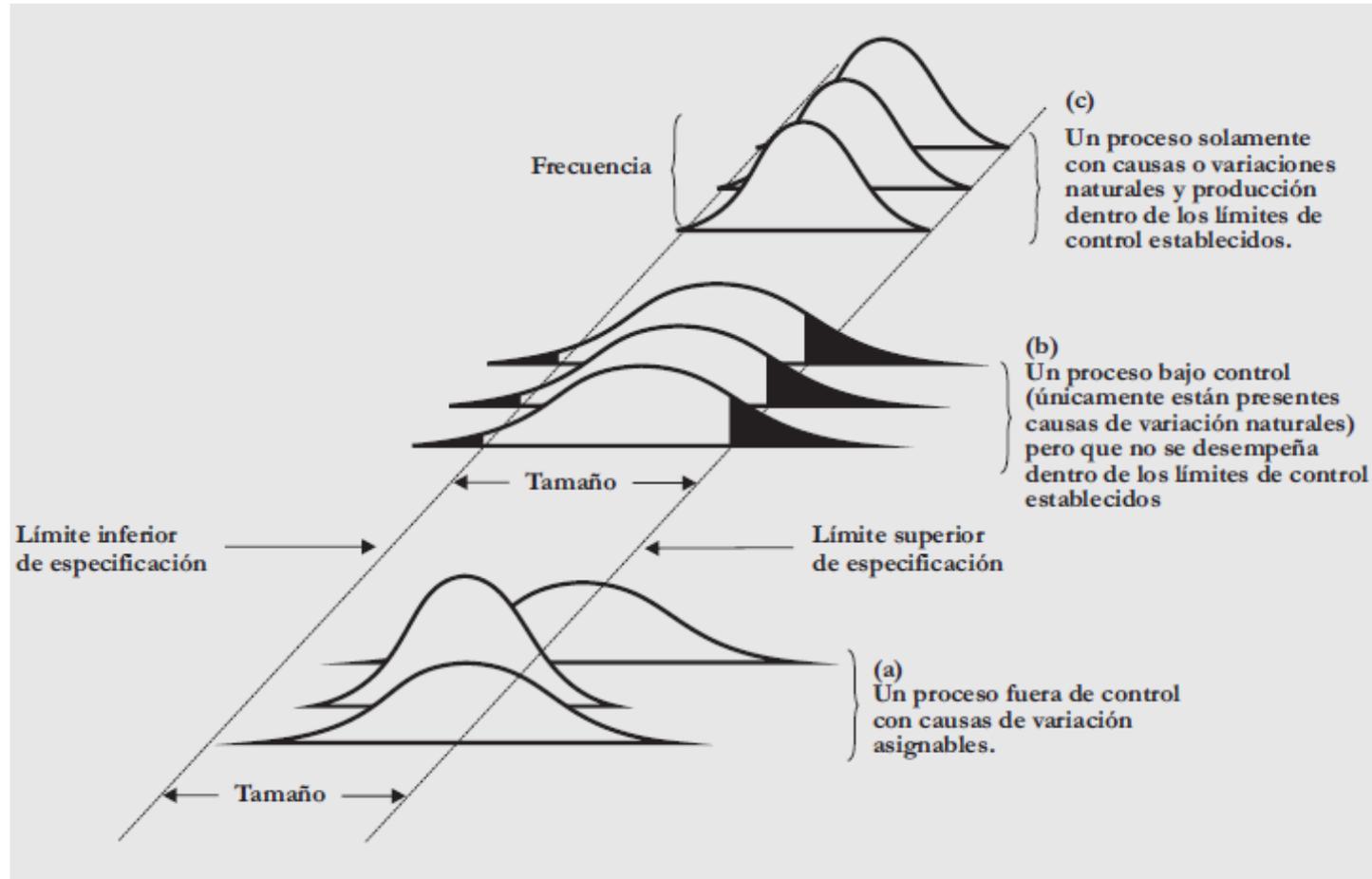


SPC

Variabilidad de los procesos  
Determinar tolerancias  
Impacto en nuevos diseños

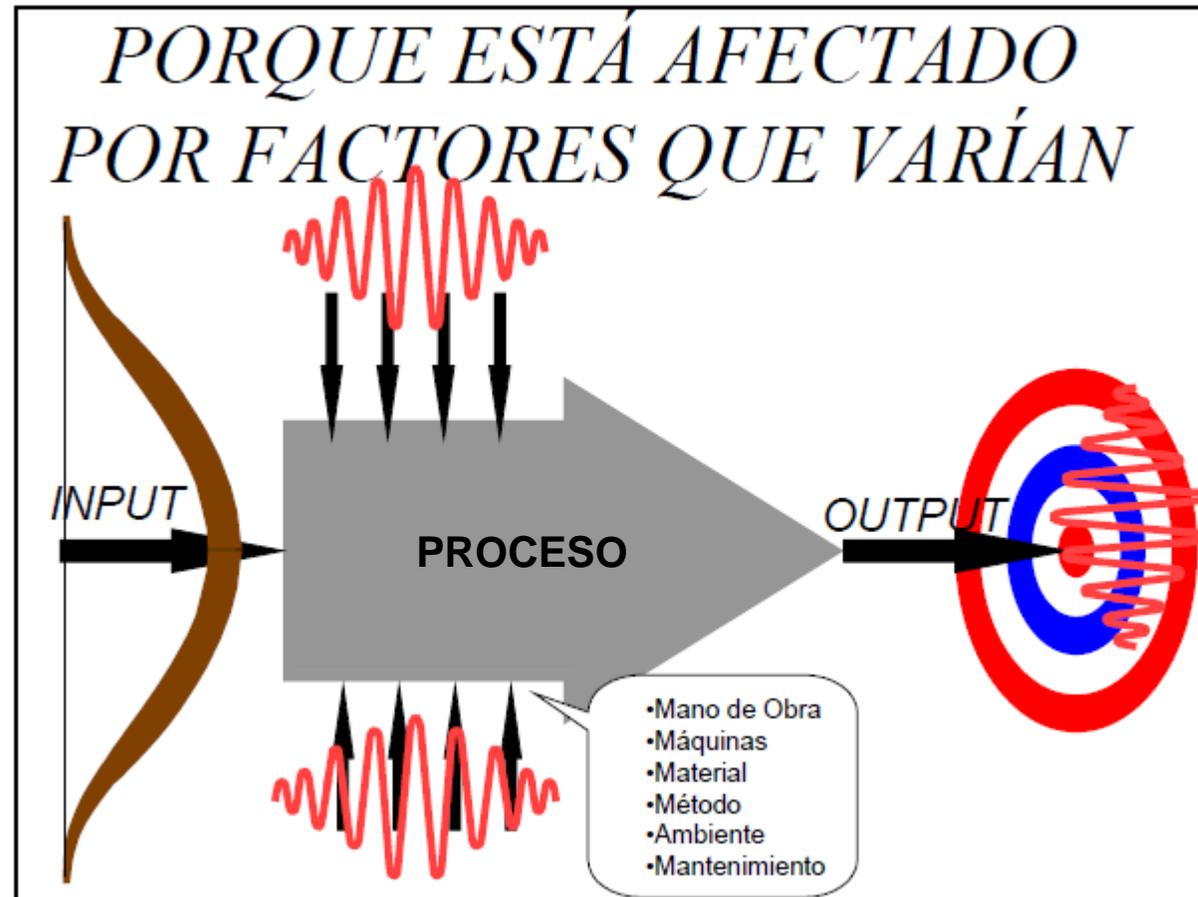
## VARIABILIDAD DE LOS PROCESOS

LA VARIABILIDAD DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS NOS INDICAN SI LOS PROCESOS ESTAN BAJO CONTROL



## VARIABILIDAD DE LOS PROCESOS

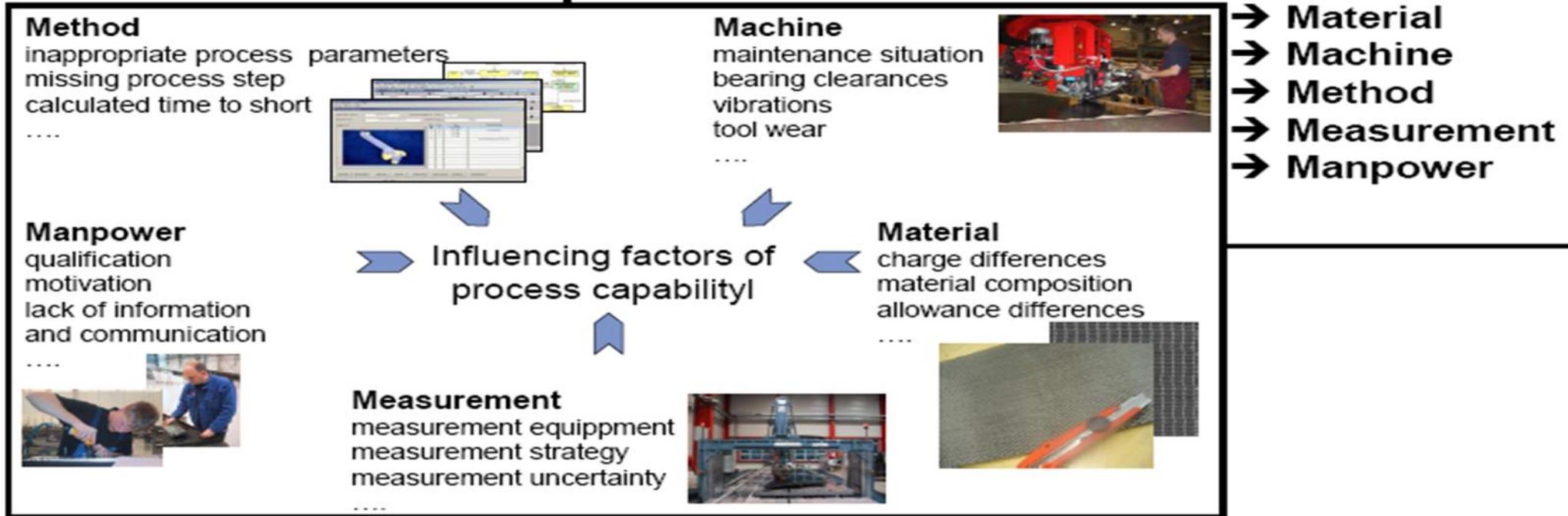
LA VARIABILIDAD DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS NOS INDICAN SI LOS PROCESOS ESTAN BAJO CONTROL



## DETERMINAR TOLERANCIAS

### 1.1 Function- and process oriented tolerancing

Deviations are caused by random influencing factors. Generally these influencing factors could be clustered into the so called 5M's:



Factors generally influencing a production process

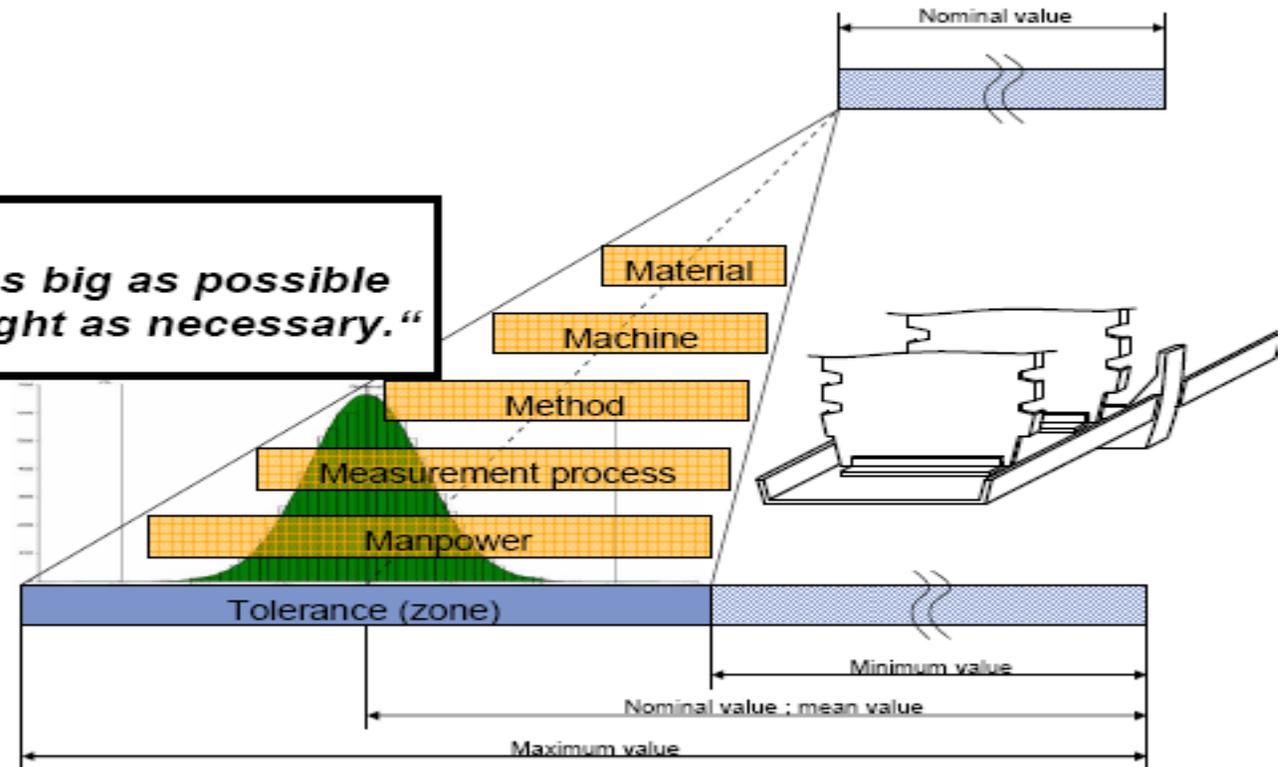
## DETERMINAR TOLERANCIAS

### 1.1 Function- and process oriented tolerancing

Factors influencing the manufacturing costs:

- manufacturing process
- lot size
- material
- **tolerance**
- ....

**Design rule:**  
*„Tolerances as big as possible  
 and only as tight as necessary.“*



Influencing factors and representation of the tolerance zone

---

Thank you