



VISIÓN PANORÁMICA DE LA PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES EN LA INDUSTRIA 4.0

SICK
Sensor Intelligence.

Otto Görnemann
CD - Safety & Innovation
2018 - 06 - 22

SICK – es uno de los fabricantes más importantes a nivel mundial de sensores y sistemas de sensores para la automatización de procesos industriales

72 Años de experiencia. Fundada en 1946.

9.000 Empleados en todo el mundo

90 Países con presencia de SICK
Más de 50 Compañías subsidiarias y
Join-Ventures y muchas agencias
especializadas

1.560 Millones de euros en ventas en el año 2017

54.000 Productos.
El portfolio más amplio de productos y
tecnologías en la industria de sensores

3.200 Patentes. Líder en el desarrollo de
soluciones innovativas de sensores

- Desde 1995 empleado en la División de Seguridad Industrial de SICK AG
- Gerente para seguridad de maquinaria - Regulaciones y Normas -
- Experto en seguridad funcional TUV Rheinland #263/16 Maquinaria
- Miembro en diferentes comités técnicos de ISO – IEC – CEN – DIN – AENOR – AISS
 - ▶ ISO/TC199 Seguridad de las máquinas - Presidente
 - ▶ CEN/TC114 Seguridad de las máquinas - Presidente

 - ▶ ISO/TC299 Robots y Automación
 - ▶ ISO/TC110 Vehículos industriales
 - ▶ ISO/TC39 Maquinas herramienta
 - ▶ CEN/TC146 Maquinas empaquetadoras
 - ▶ IEC/TC 44 Seguridad de las Máquinas – Liaison officer (Oficial de enlace)



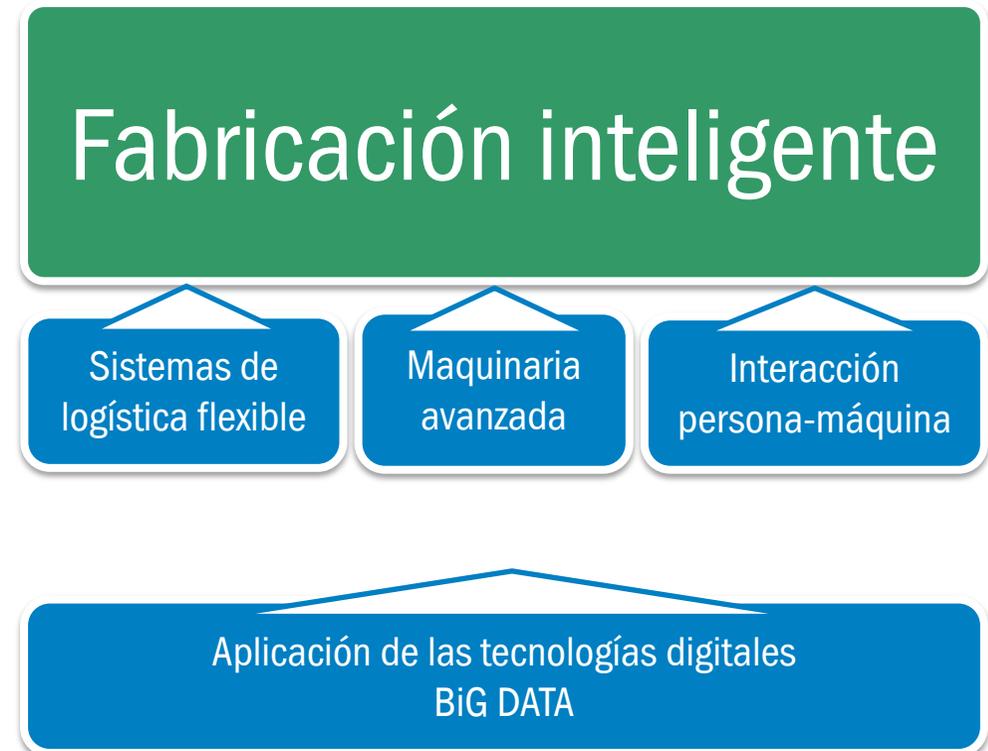
A photograph of several orange industrial robotic arms in a factory setting, working on a white metal frame. The robots are positioned in a semi-circle, and the background shows the complex structure of the factory ceiling and other machinery.

¿ QUÉ ES INDUSTRIA 4.0?

SICK
Sensor Intelligence.

Industria 4.0 es una iniciativa conjunta del Gobierno y de la Industria alemanes para reforzar la aplicación de las tecnologías digitales en el sector de la manufactura = Smart Manufacturing = Fabricación Inteligente

- Maquinaria avanzada
 - ▶ Producción personalizada “on demand”
 - ▶ Robots móviles y colaborativos
- Sistemas logísticos flexibles
 - ▶ Vehículos industriales auto guiados, AGV’s
 - ▶ Manipuladores y grúas robotizadas
- Interacción Persona-Máquina
 - ▶ Estaciones de carga y descarga
 - ▶ Interface del operador
 - ▶ Interacción inmediata
 - ▶ Incertidumbre



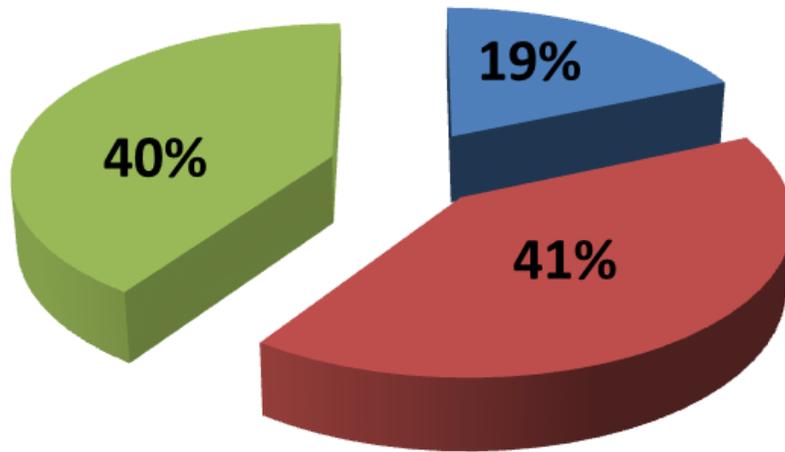
© SICK AG

Solo es posible una fabricación inteligente eliminando o controlando estos riesgos !

ACCIDENTES CON MAQUINAS

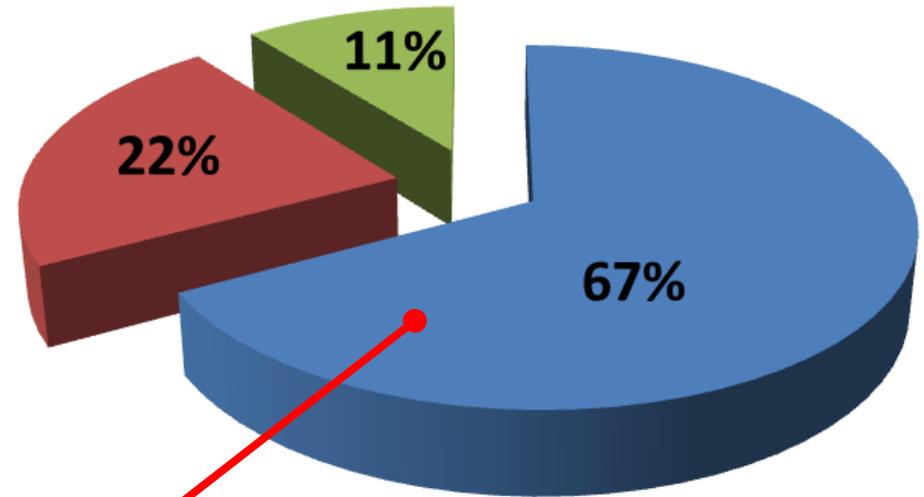
MODOS DE OPERACIÓN Y ORIGEN DE LOS ACCIDENTES – ALEMANIA

Accidentes con máquinas (676690)



- operación normal automática
- operación normal y bajo el control del operario
- operación anormal

Accidentes en máquinas bajo el control del operario (277633)



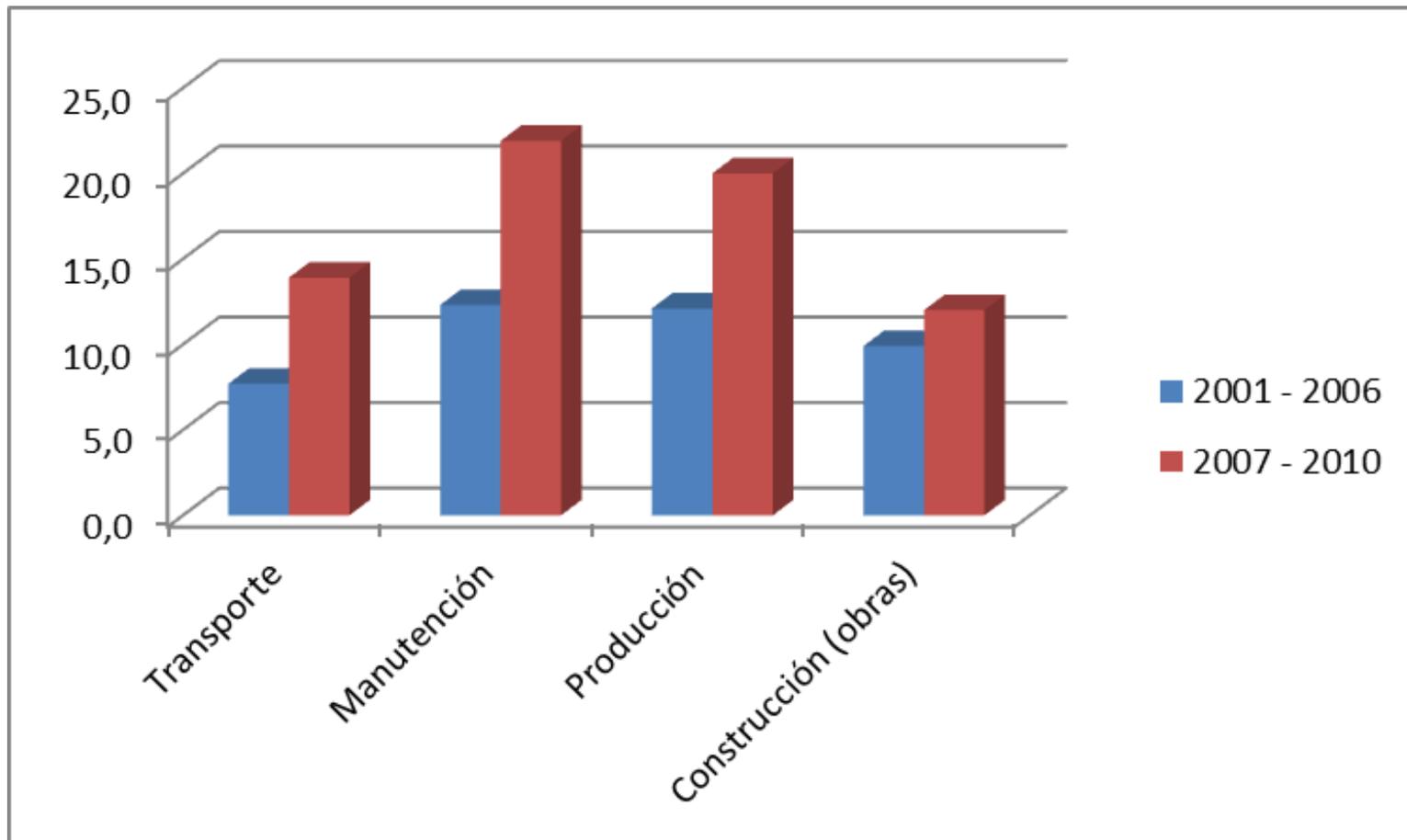
- Máquina alcanza a operario en reposo
- Operario se mueve hacia la máquina en marcha
- Otros movimientos

Esto es generalmente debido a una puesta en marcha inesperada y fallo de diseño !

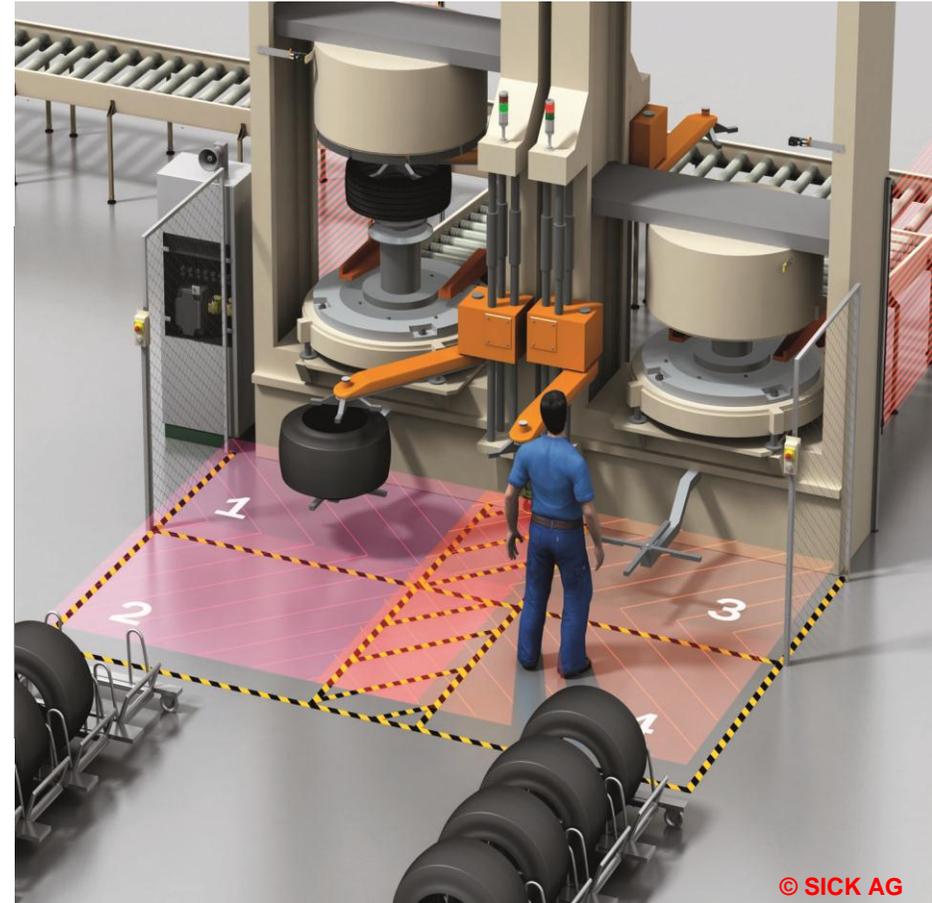
DEFICIENCIAS TECNICAS DE LAS MAQUINAS

AUMENTO 2001-2006 Y 2007-2010

- Aumento del porcentaje de accidentes por deficiencia de seguridad técnica de la maquinaria en Alemania entre el periodo del 2001-2006 y del 2007-2010



- Riesgos y requisitos
 - ▶ Incremento considerable del número de puntos peligrosos accesibles
 - ▶ Resguardos fijos y móviles no son aptos para la protección de las estaciones de carga y descarga
 - ▶ Más movimientos inesperados de partes de la máquina > estrés por incertidumbre
 - ▶ + Incertidumbre por uso de inteligencia artificial
- Medidas
 - ▶ Evaluaciones de riesgo más detalladas
 - ▶ Consideración de escenarios de interacción muy complejos
 - ▶ Aplicación de dispositivos de protección sin contacto (especialmente ESPE)
 - ▶ Aplicación de funciones de seguridad de alta fiabilidad (PL > c - UNE EN ISO 13849-1)

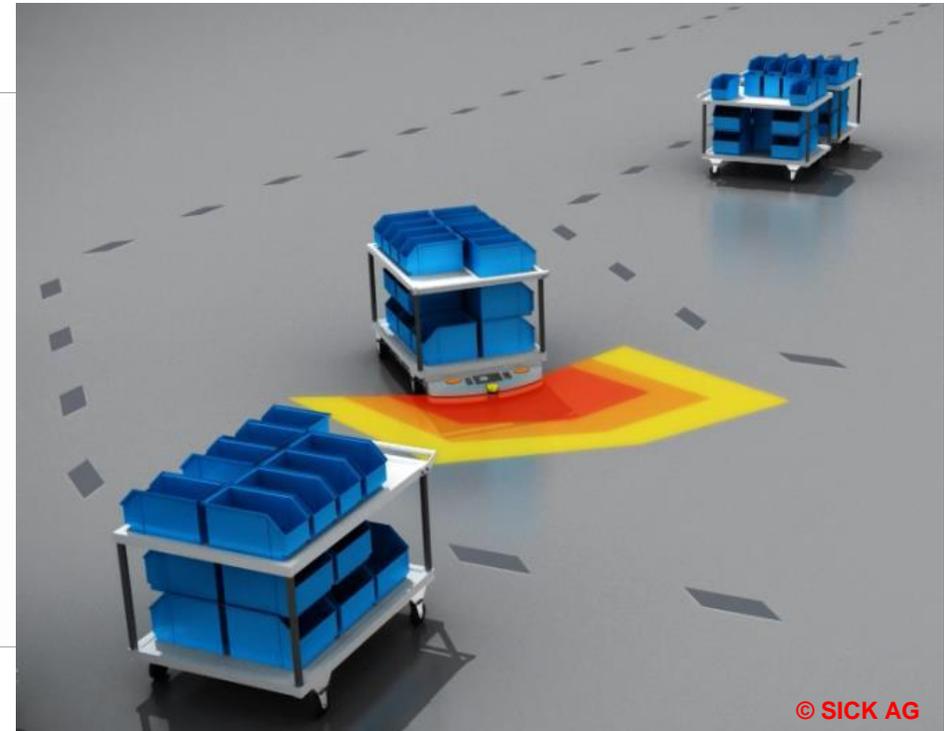


- Riesgos y requisitos
 - ▶ Requisitos de robots industriales + Requisitos de vehículos industriales auto guiados
 - ▶ No es una tecnología "nueva", pero necesita una consideración cuidadosa
 - ▶ Protección 3D casi imperativa en el futuro

- Medidas
 - ▶ Evaluación de riesgos más detalladas
 - ▶ Consideración de la estabilidad durante la operación compleja (traslado + manipulación)
 - ▶ Aplicación de dispositivos de protección sin contacto adaptables a la situación (especialmente ESPE)
 - ▶ Aplicación de funciones de seguridad de alta fiabilidad (PL > c – UNE EN ISO 13849-1)



- Riesgos y requisitos
 - ▶ Aumento del número de vehículos = mayor probabilidad de colisión.
 - ▶ Se requiere protección 3D para algunas aplicaciones
 - ▶ Tecnología eficaz y comprobada
- Medidas
 - ▶ Evaluación de riesgos más detalladas
 - ▶ Consideración de la estabilidad durante la operación autónoma
 - ▶ Aplicación de dispositivos de protección sin contacto adaptables a la situación (especialmente AOPDDR)
 - ▶ Aplicación de funciones de seguridad de alta fiabilidad (PL > c - UNE EN ISO 13849-1)
 - ▶ Uso de redes informáticas para la navegación y despacho



VEHÍCULOS INDUSTRIALES AUTO GUIADOS

VENTAJAS Y RIESGOS

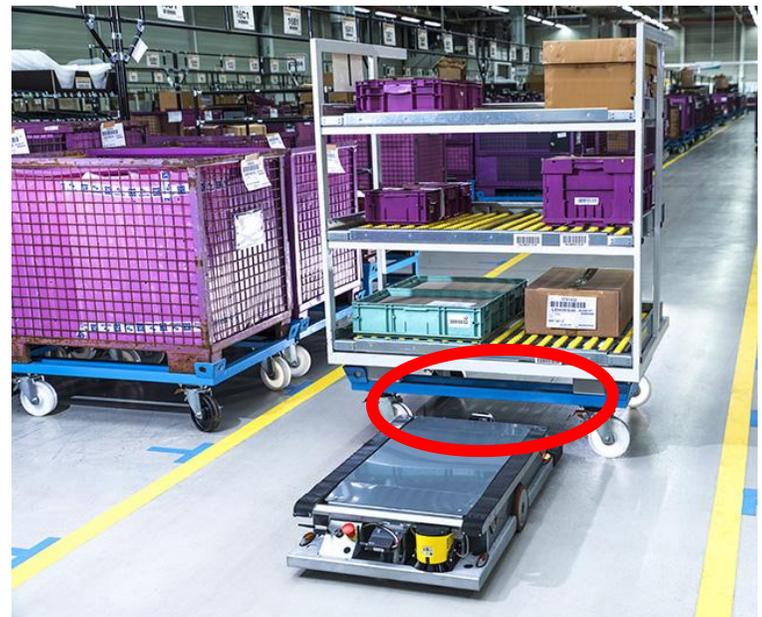
- El uso de vehículos industriales auto guiados (AGV's) es muy común desde la última década
- Los AGV's reducen considerablemente riesgos ergonómicos en tareas de carga, descarga y transporte
- Los conceptos de ingeniería siguen basándose en la permisividad de contactos físicos
- La Norma actual (EN1525:1997) acepta contactos iniciales de 250 N a finales de 400N !!!



SISTEMAS DE LOGÍSTICA FLEXIBLES

CONCEPTOS DIFERENTES - NECESIDAD DE ERGONOMÍA

- Algunos diseños de vehículos industriales auto guiados necesitan resolver problemas relacionados con la ergonomía pero crean otros nuevos

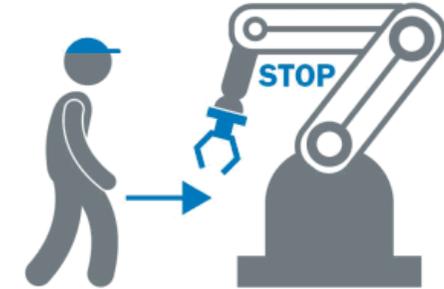


- Protección de área con AOPDDR (Escaneador laser de seguridad). Interacción segura en cada operación
- Entrada del AGV permitida por combinación de las señales del controlador de navegación + sensores de para detectar la posición del AGV
- La línea de empaquetamiento, el robot paletizador y el AGV pueden usarse para un amplio abanico de productos

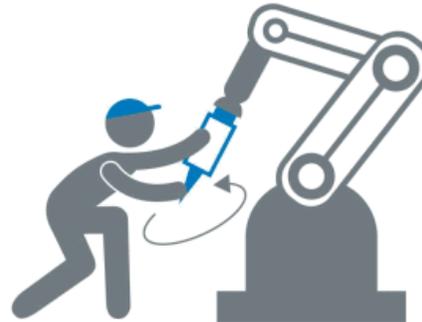


© SICK AG

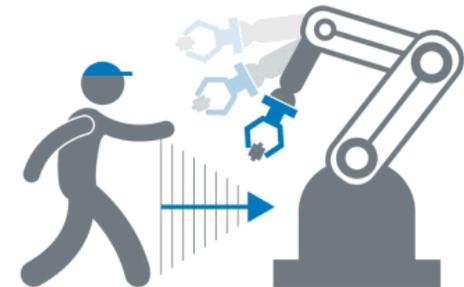
- Parada segura monitorizada



- Guiado manual



- Control de velocidad y separación



- Limitación de fuerza y energía



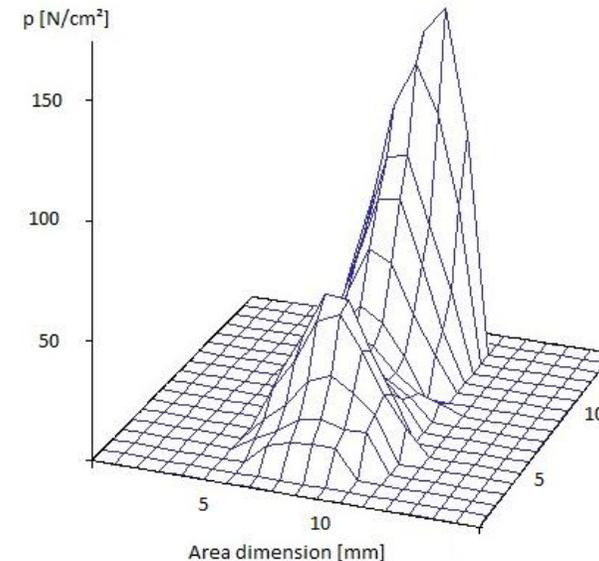
LIMITACIÓN DE FUERZA Y/O POTENCIA

Estudio científico – Universidad de Maguncia – Instituto IFA del DGUV



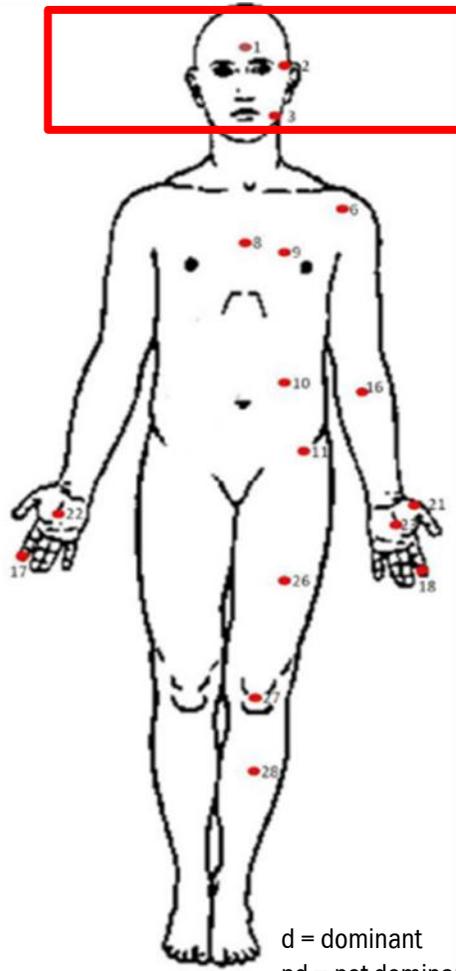
Imagen © : IFA

- Medición de presión – Algómetro
- Limite de dolor
- 1ª evaluación con 36 Personas
- Sonda de prueba 14 × 14mm.
aristas r = 2mm
- Presión medida en cada mm²

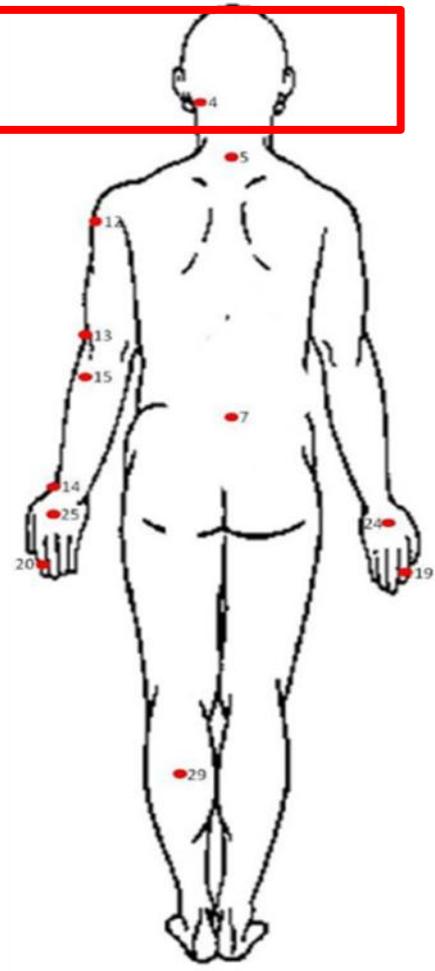


Limitación de fuerza y/o energía - Valores límites ISO/TS 15066

Localización corporal				Contacto cuasi estático		Contacto transiente
Región corporal	Specific body area	Valor máximo permisible		Factor (P _t)		
		Presión [N/cm ²]	Fuerza [N]	para los valores máximos permisibles		
Cabeza	1	Mitad de la frente	130	130	NO PERMITIDO	
	2	Sien	110			
	Rostro	3	Musculo mastoideo			110
Cuello	4	Musculo del cuello	140	145	x 2	
	5	7ª vertebra del cuello	210			
Espalda y hombros	6	Hombro	160	210		
	7	5ª vertebra lumbar	210			
Pecho	8	Esternón	120	140		
	9	Musculo pectoral	170			
Abdomen	10	Musculo abdominal	140	110		
Cadera	11	Hueso pélvico (cadera)	210	180		
Brazo / Codo	12	Musculo deltoides	190	150		
	13	Humero	220			
Antebrazo / Articulación mano	14	Radio	190	160		
	15	Musculo del antebrazo	180			
Brazo / Codo	16	Nervio del brazo	180	150		
Mano y dedos	17	Yema de dedo d	300	135		
	18	Yema de dedo nd	270			
	19	Articulación distal d	280			
	20	Articulación distal nd	220			
	21	Pulgar	200			
	22	Palma de la mano d	260			
	23	Palma de la mano nd	190			
	24	Reverso de la mano d	200			
25	Reverso de la mano nd	190				
Muslo / Rodilla	26	Musculos del muslo	250	220		
Pierna	27	Rótula	220	130		
	28	Espinilla	220			
	29	Musculo gemelo	210			



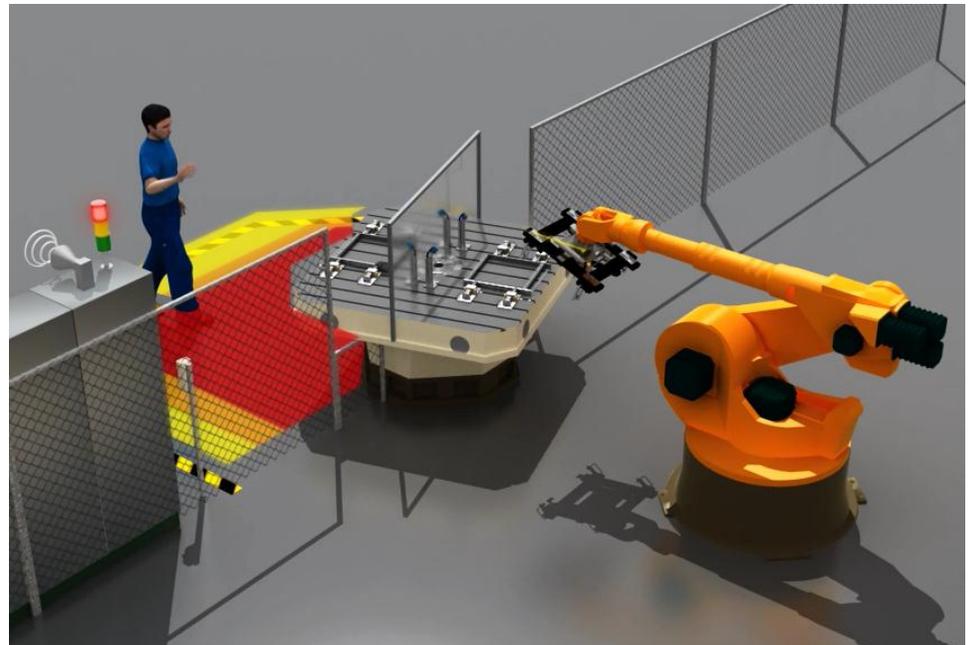
d = dominant
nd = not dominant



x 1

- Requisitos
 - ▶ Aumento del número de tareas de carga y descarga debido a pequeños lotes
 - ▶ Interacción compleja debido a las características variables del producto
 - ▶ Tareas complejas de protección

- Medidas
 - ▶ Evaluación de riesgos más detalladas
 - ▶ Aplicación de dispositivos de protección sin contacto adaptables a la situación (especialmente AOPDDR)
 - ▶ Aplicación de funciones de seguridad de alta fiabilidad (PL > c - UNE EN ISO 13849-1)
 - ▶ Interconexión con otras máquinas de la línea de producción (IMS)



De la programación a la autonomía

Aplicación de las tecnologías digitales

Automación lógica - numérica

Máquina clásica

Logística fija (transportadores)

Tareas simples (carga - descarga)

Control de servomotores

Maquina avanzada y lineas

Logística fija (velocidad flex.)

Tareas complejas (ajustes)

Manejo de datos

Maquinaria compleja / lineas

Logística móvil (AGV's)

Tareas múltiples

Redes neuronales
Sistemas expertos

Maquinaria de alta flexibilidad

Logística móvil (enjambres)

Colaboración simple

Inteligencia Artificial

Maquinaria autónoma

Robot logístico

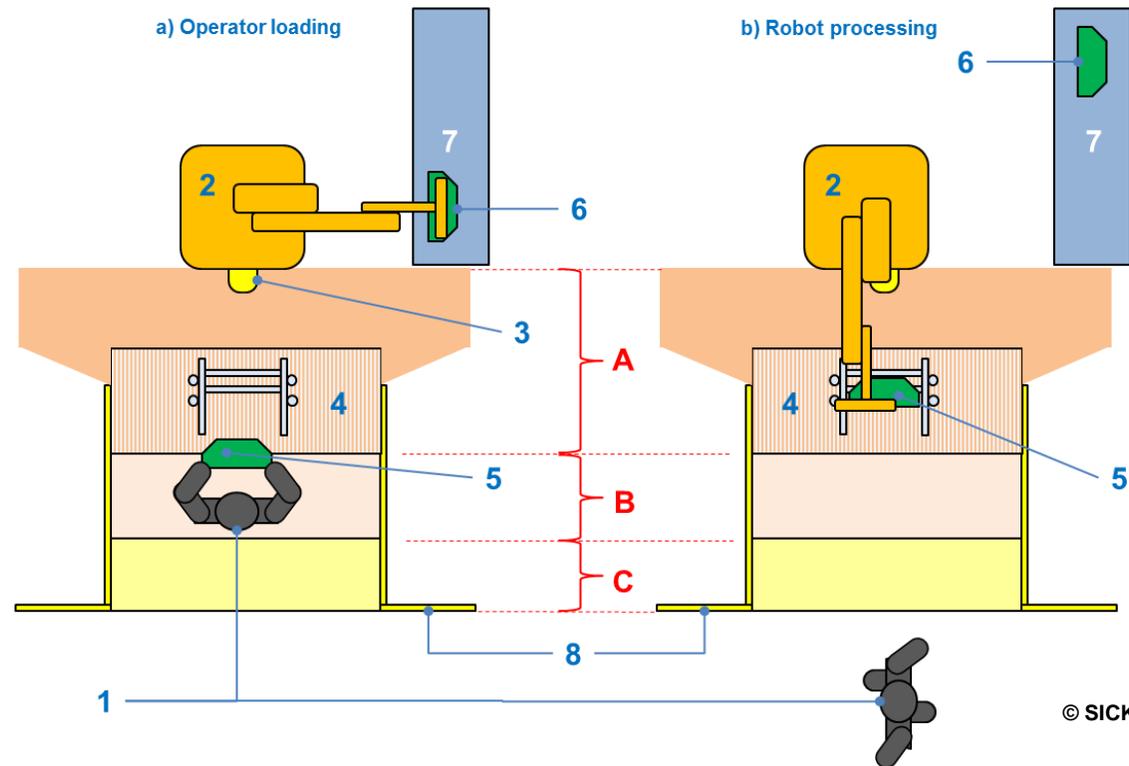
Colegialidad



- Requisitos Seguridad vs Ergonomía
 - ▶ Ergonomía
Altura de zonas de carga < 1000mm
 - ▶ Seguridad
Barreras físicas < 1000mm no son obstáculo suficiente !
 - ▶ Altura mínima para protecciones = 1400 mm
- Medidas
 - ▶ Aplicación de dispositivos de protección sin contacto adicionales para zonas de carga < 1400 mm
 - ▶ Aplicación de dispositivos de protección sin contacto adaptables a la situación (especialmente AOPDDR)
 - ▶ Aplicación de funciones de seguridad de alta fiabilidad (PL > c – UNE EN ISO 13849-1)



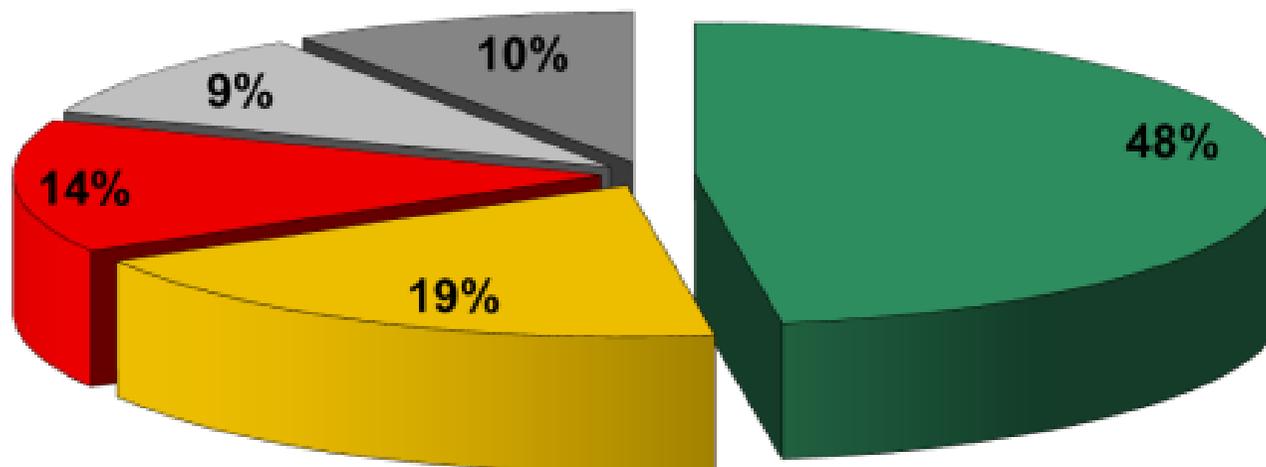
	a)	b)
1	El operario carga la pieza en el bastidor	Operario (otras tareas)
2	Robot industrial transfiriendo la pieza	Robot industrial procesando la pieza
3	Escaneador de áreas (AOPDDR)	
4	Bastidor (Espacio de trabajo colaborativo)	
5	Carga de la pieza	Proceso de la pieza
6	Transferencia de la pieza	Transporte de la pieza
7	Cinta transportadora	
8	Resguardo perimetral (valla)	



© SICK AG

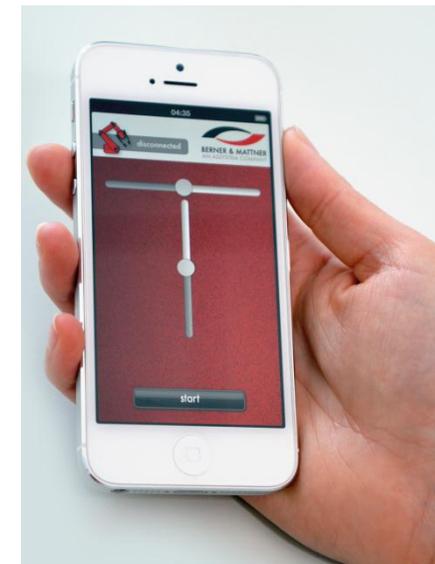
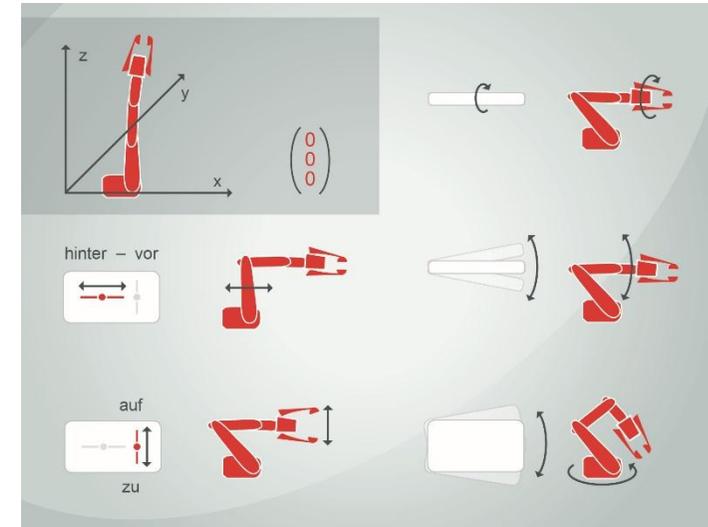
Area / Campo	Efecto en el caso de la detección de una persona
Espacio colaborativo de trabajo	No existe detección directa de la persona en el espacio colaborativo de trabajo. Las personas son detectadas indirectamente al estar situadas (erguidas) en el área de carga.
A Campo de detección interno (se extiende bajo el bastidor)	Inicia una parada de seguridad de todas las funciones peligrosas del sistema robot. La orden de parada de seguridad se ha de mantener hasta que una acción voluntaria y manual sobre el órgano de rearme y que no pueda ser actuado desde la zona de peligro.
B Campo de detección del área de carga	Inicia una parada de seguridad de las funciones peligrosas del sistema robot en el espacio colaborativo de trabajo. El robot puede continuar (reiniciar) su tarea automáticamente cuando la persona abandone el espacio colaborativo de trabajo sin entrar o haber entrado en el campo de detección interno
C Campo de detección de entrada y salida	Puede usarse para iniciar la parada de seguridad y para detectar que la persona abandonó el espacio colaborativo de trabajo sin entrar en el campo de detección interno y reiniciar automáticamente la tarea del robot

Deficiencias típicas en robots industriales
Base de datos: 185 inspecciones denegadas



- Dispositivo de protección no esta siempre activo o no controla todas las funciones peligrosas
- Distancia mínima desconocida
- Distancia mínima insuficiente
- Mando de rearme se puede actuar desde la zona de peligro
- La función de rearme no esta activa durante las funciones peligrosas

- Requisitos de Ergonomía
 - ▶ Fácil manejo
 - ▶ Uso con guantes
 - ▶ Operación intuitiva
 - ▶ Comandos unívocos
- Requisitos de seguridad
 - ▶ Para funciones de la máquina potencialmente peligrosas solo mediante una acción deliberada
 - ▶ Fiabilidad de la operación ?
Diferencia entre electromecánica y electrónica
 - ▶ Aptitud para el entorno industrial ?
 - Temperatura, Humedad,
 - Carga mecánica, caídas, uso en condiciones duras
 - Resistencia a interferencias electromagnéticas



© Berner & Mattner
Systemtechnik

- Riesgos
 - ▶ Redes complejas: diferentes capas y participantes
 - ▶ Aumento del número de puntos de acceso para criminales
 - ▶ Los ciberataques pueden provocar daños colaterales como la pérdida de las funciones de seguridad, parametrización incorrecta, descontrol...
 - ▶ No se esperan ataques cibernéticos directos para inducir accidentes ... ¡pero son posibles!
- Medidas de protección
 - ▶ A nivel de componente - La programación del dispositivo está protegida, p. por contraseña
 - ▶ A nivel del fabricante de maquinaria - Asegurar la parametrización y las comunicaciones de la máquina
 - ▶ A nivel de usuarios de máquinas.
 - Restringir el acceso físico a las interfaces y redes
 - Asegurar el acceso virtual a las redes



Framework for Improving Critical Infrastructure Cybersecurity -
Version 1.0 - NIST
(U.S). National Institute of Standards and Technology
February 12, 2014

- **El uso de la tecnología informática puede ser la causa de graves daños personales y económicos:**
 - ▶ Mayor riesgo de contactos peligrosos debido a la logística flexible y la cooperación persona-máquina
 - ▶ Alto estrés para los operadores por la incertidumbre sobre las reacciones de la máquina
 - ▶ Accidentes por puesta en marcha intempestiva debidos al uso de equipamiento no adecuado
 - ▶ Daño colateral a las personas por cause de ataques cibernéticos

- **A su vez esas tecnologías puede no solo eliminar tareas peligrosas sino reducir significativamente riesgos:**
 - ▶ Mejorando la seguridad de las máquinas al aumentar la fiabilidad de los sistemas de control
 - ▶ Evitando tareas de carga, descarga y transporte manual o minimizando su impacto
 - ▶ Evitando errores de operación, manejo, etc.
 - ▶ Previniendo comportamientos erróneos propicios a accidentes

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN.

SICK
Sensor Intelligence.

Otto Görnemann

GBC Industrial Safety

Tel.: +49 7681 202 5420

Otto.Goernemann@sick.de

