

INTERACCIÓN PERSONA-MÁQUINA EN LA NUEVA INDUSTRIA: ROBÓTICA COLABORATIVA

Retos de futuro en materia de Prevención de Riesgos Laborales



OSALAN

*Laneko Segurtasun eta
Osasunerako Euskal Erakundea*
Instituto Vasco de Seguridad y
Salud Laborales



**EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO**

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

Luis Pérez Castaño
Jefe de Unidad de Industria Digital
lcp@prodintec.com

FUNDACIÓN **PRODINTEC**

FÁBRICA DE FUTURO

www.prodintec.com

San Sebastián, 20 de julio de 2017

INDUSTRIA 1.0 → INDUSTRIA 4.0

Primera Revolución Industrial

Equipos de
producción
mecánicos
impulsados por la
energía del vapor.



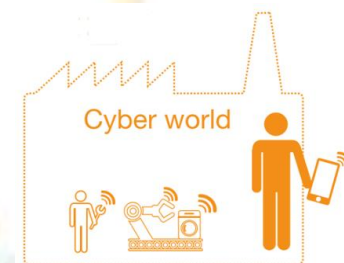
Segunda Revolución Industrial

Producción en masa,
división de tareas y
energía eléctrica.



Cuarta Revolución Industrial

Sistemas ciberfísicos,
robótica colaborativa,
Internet de las cosas,
fabricación aditiva
(AM)...



Tercera Revolución Industrial

Electrónica y
tecnologías de la
información y la
comunicación (TIC)
para la automatización.



XVIII

1800

XIX

1900

XX

2000

XXI

Retos de futuro en materia de PRL



OSALAN
Laneko Segurtasun eta
Osasunerako Euzko Erakundea
Instituto Vasco de Seguridad y
Salud Laborales



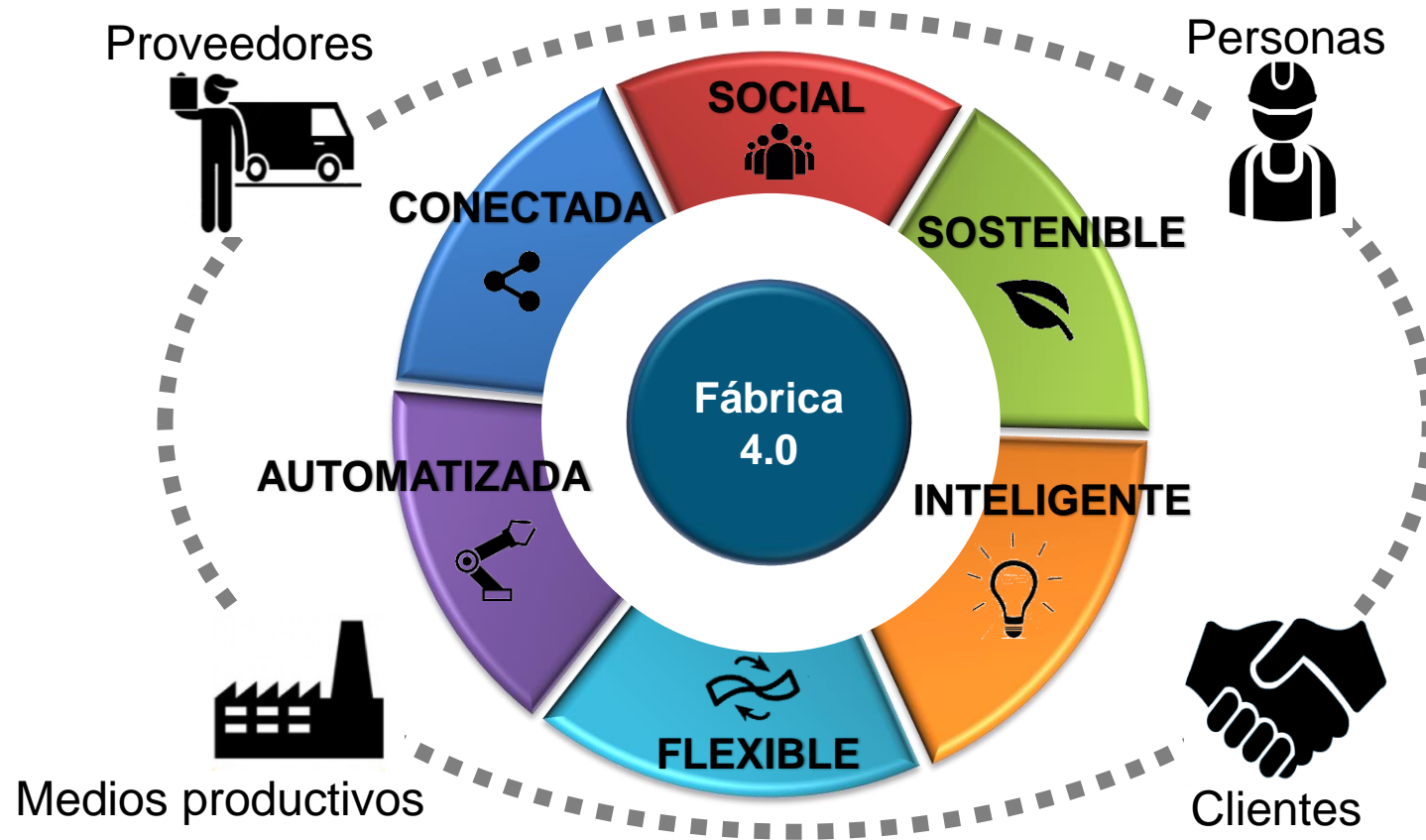
EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO



Universidad
del País Vasco Euzko Herriko
Unibertsitatea



INDUSTRIA 4.0



INDUSTRIA 4.0

Automatizada

Incrementa la **velocidad** de los procesos, la **calidad** de los productos y la **seguridad** en las instalaciones.

Conectada

Equipos interconectados para el **análisis de datos** (interno) y el intercambio de información entre empresas.

Flexible

Fabricación **adaptable** a las variaciones de la **demanda** y cambios en la **producción**.

Inteligente

Fabricación que **asiste al trabajador** en la planificación, realización de las tareas y mantenimiento de equipos.

Social

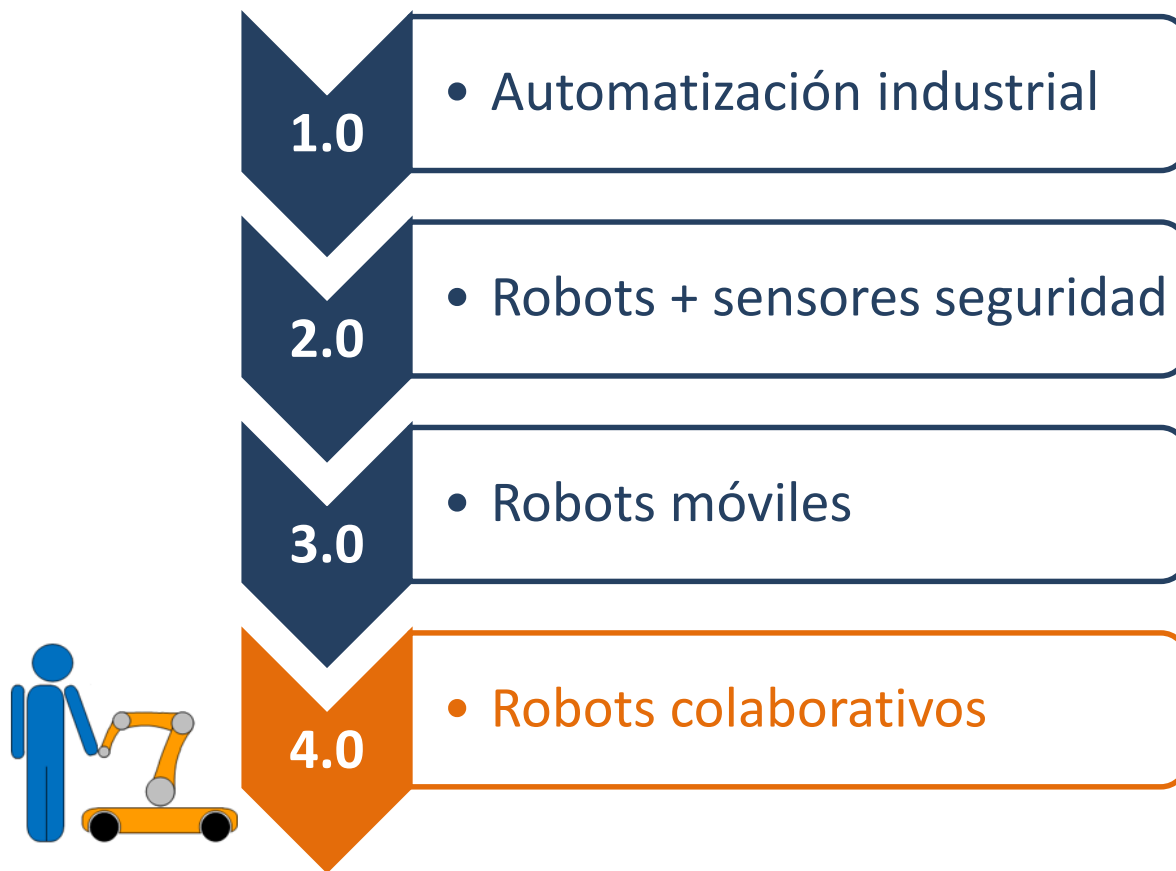
Las **personas** son el centro de la actividad. Concentran el **mayor valor** dentro de las fábricas.

Sostenible

Uso racional de los **recursos** y la **tecnología** contribuyendo a la sostenibilidad del negocio y del medioambiente.



ROBOTS 1.0 → ROBOTS 4.0



Reducción de riesgos



¿Nuevos riesgos?





EUROPA

- El objetivo del programa H2020 de la Comisión Europea es alcanzar el **liderazgo** en tecnologías industriales (*Factories of the Future* [1]).
- Es necesario **automatizar procesos** y **reducir las tasas de accidentes**, mejoras limitadas en la industria tradicional por los procesos manuales.
- La automatización y los robots inteligentes conducirán a la industria moderna a la **eficiencia**, incrementando la productividad, ahorrando energía y materiales y mejorando las condiciones de trabajo y la **seguridad** [2].
- La **robótica** es una de las claves para la economía europea. Europa es una de las regiones líderes del mundo en robótica industrial con un 25% de suministro y aplicación.
- Se espera que el crecimiento de la robótica alcance un impacto directo en la **creación de empleo**, ya que cada robot industrial necesitará al menos cuatro personas para hacerlo funcionar y mantenerlo [3].



1. European Commission. *Factories of the Future in H2020*: http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/factories-of-the-future_en.html.
2. European Factories of the Future Research Association. *Factories of the Future: Multi-Annual Roadmap for the Contractual PPP under Horizon 2020*; Publications office of the European Union: Brussels, Belgium, 2013.
3. European Commission and Robotics: <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/robotics>.



Retos de futuro en materia de PRL



OSALAN
Lanazio Seguritatea en
Osakuntza
Instituto Vasco de Seguridad y
Salud Laborales



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO



Universidad
del País Vasco
Euskal Herriko
Unibertsitatea



SEGURIDAD

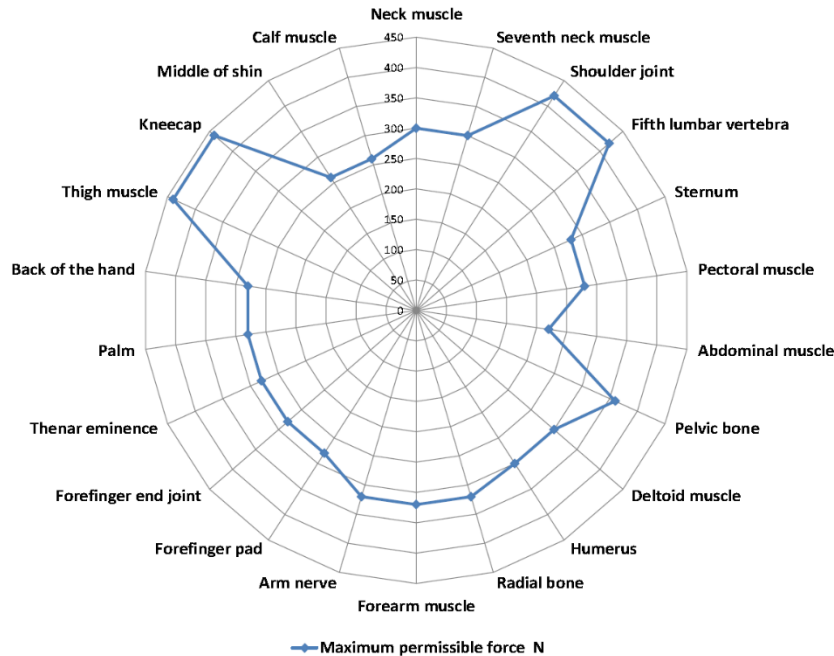
- La industria europea requiere de un nuevo tipo de robots colaborativos que sean capaces de realizar sus tareas con exactitud garantizando la **seguridad** de las personas.
- Hasta ahora la seguridad limita el uso de estos robots, manteniéndolos **separados de las personas**.
- En los últimos tiempos se ha incrementado el uso de sistemas de **visión artificial** en aplicaciones relativas a la mejora de la seguridad de los trabajadores en el entorno industrial y al guiado de robots [1, 2].
- Además se combinan con otras tecnologías como la **realidad aumentada**, **pieles sensibles**...
- Es necesario enfrentarse a **retos** como la capacidad de adaptación a entornos dinámicos, la flexibilidad ante las múltiples casuísticas o la dificultad de integración.

1. Zhou, K.; Ebenhofer, G.; Eitzinger, C.; Zimmermann, U.; Walter, C.; Saenz, J.; Pérez, L.; Fernández, M.A.; Navarro, J. *Mobile manipulator is coming to aerospace manufacturing industry*. In Proceedings of the 2014 IEEE International Symposium on Robot and Sensors Environments (ROSE 2014), Timisoara, Romania, 16–18 October 2014; pp. 94–99.
2. Pérez, L.; Rodríguez, Í.; Rodríguez, N.; Usamentiaga, R.; García, D.F. *Robot Guidance Using Machine Vision Techniques in Industrial Environments: A Comparative Review*. Sensors 2016, 16, 335.



NORMATIVA

Garantizar la parada
Velocidad de trabajo
Distancias de seguridad
Limitaciones de potencia y fuerza



- **UNE EN ISO 10218-1: 2011**
- **UNE EN ISO 10218-2: 2011**
- **ISO/TS 15066: 2016**
- **UNE EN ISO 13482: 2014**

$$V_{max} = \frac{p_{max} * A}{\sqrt{\left(\frac{1}{m_H} + \frac{1}{m_R}\right)^{-1} * k}}$$

- D. Mewes and F. Mauser. *Safeguarding crushing points by limitation of forces*. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics 2003, 9 (2), pp. 177–191.
- K. Suita, Y. Yamada, N. Tsuchida, K. Imai, H. Ikeda, and N. Sugimoto. *A failure-to-safety 'Kyozon' system with simple contact detection and stop capabilities for safe human-autonomous robot coexistence*. In Proceedings of 1995 IEEE International Conference on Robotics and Automation, 3, pp. 3089–3096.
- J. A. Marvel, J. Falco, and I. Marstio. *Characterizing task-based human-robot collaboration safety in manufacturing*. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, 45 (2), pp. 260–275, 2015.
- International Organization for Standardization. *ISO/TS 15066:2016: Robots and robotic devices - Collaborative robots*.



Retos de futuro en materia de PRL



OSALAN
 Lekeko Departamentua eta
 Gobernuko Erakundeak
 Instituto Vasco de Seguridad y
 Salud Laborales

EUSKO JAURLARITZA
 GOBIERNO VASCO

Universidad
 del País Vasco
 Euskal Herriko
 Unibertsitatea



Robot móvil colaborativo para la industria aeronáutica:

- Aplicación de sellante
- Inspección de grandes piezas



**validation of advanced,
collaborative robotics for
industrial applications**



Fraunhofer Institute for Factory Operation and Automation IFF, Magdeburg (Germany)



KUKA Laboratories GmbH, Augsburg (Germany)



Airbus DS, Madrid (Spain)



IDPSA, Madrid (Spain)



PROFACTOR GmbH, Steyr-Gleink (Austria)



PRODINTEC, Gijón (Spain)



FACC AG, Ried im Innkreis (Austria)

www.valeri-project.eu



Retos de futuro en materia de PRL



OSALAN
Lareren Segurantzaren eta
Osasunerako Eusko Erakundeak
Instituto Vasco de Seguridad y
Salud Laborales



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO



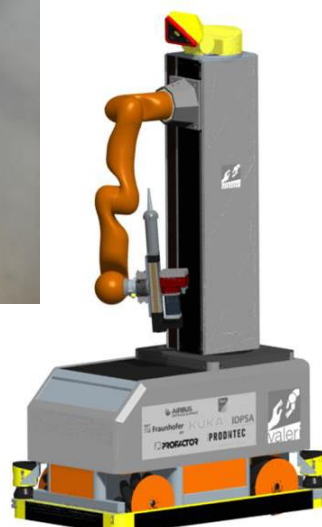
Universidad
del País Vasco



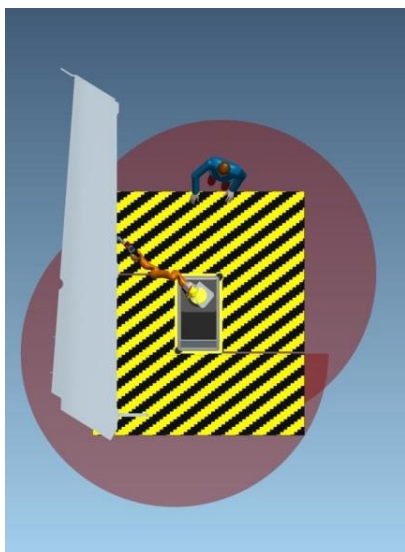
Euskal Herriko
Unibertsitateak



Manipulación de productos químicos
Posturas poco ergonómicas
Tareas repetitivas



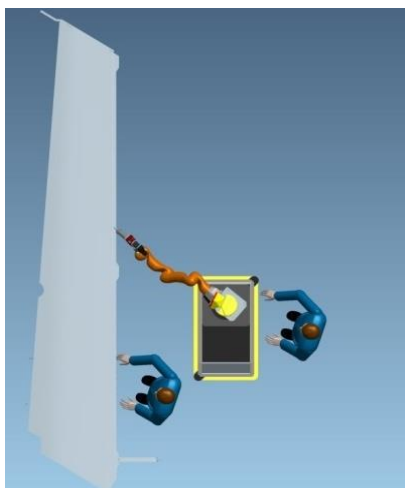
ROBOTS 1.0 → ROBOTS 4.0



Robot “tradicional”



Sistemas estáticos de seguridad (barreras)

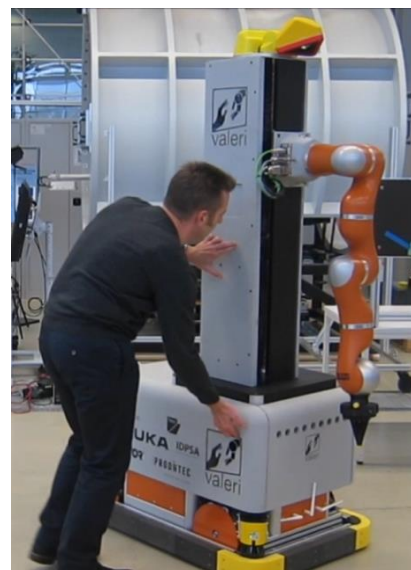


Robot colaborativo



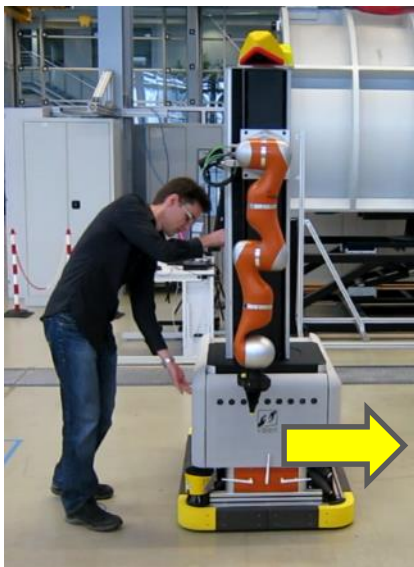
Visión 3D
Piel sensible

...



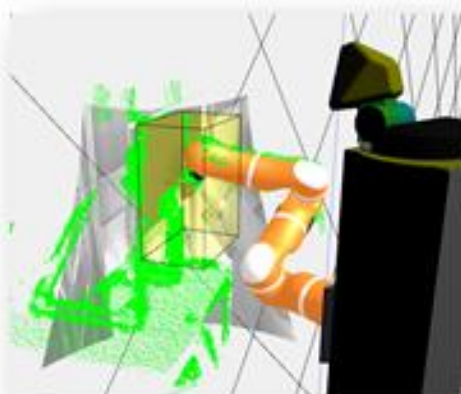
INTERACCIÓN SEGURA

PIEL SENSIBLE

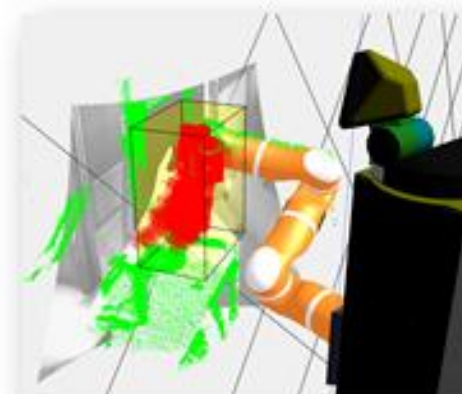


INTERACCIÓN SEGURA

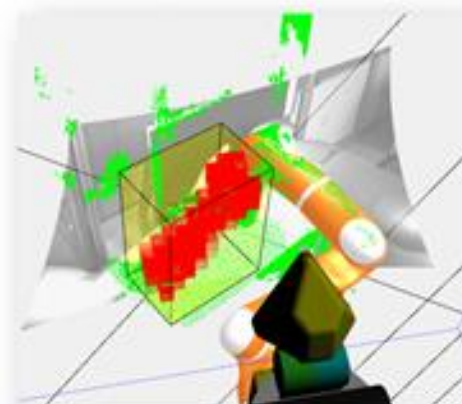
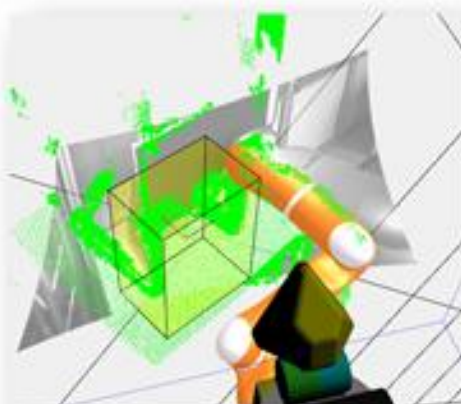
VISIÓN 3D EMBARCADA



NO Safety violation

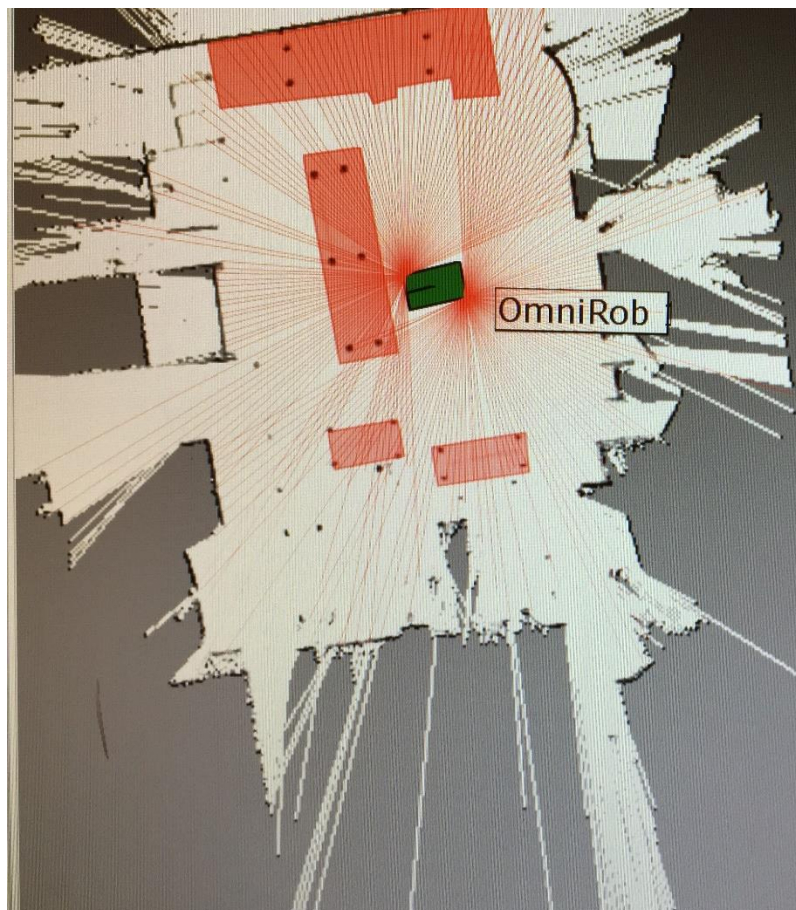


Safety violation

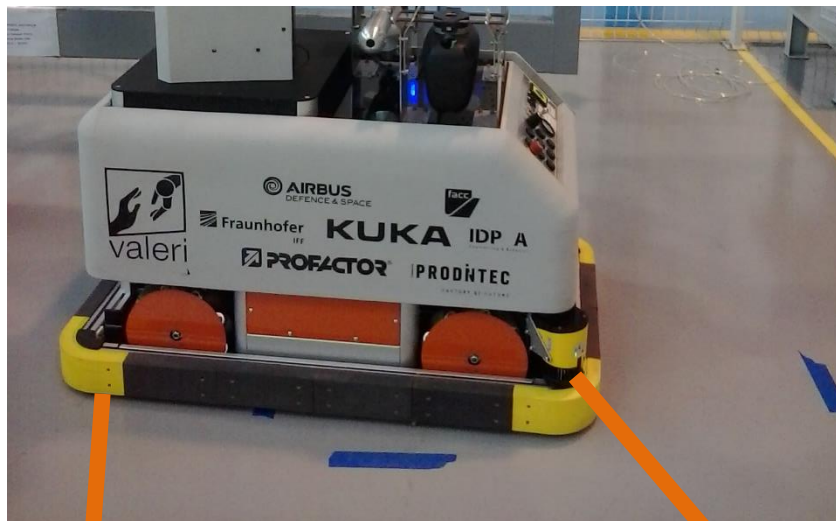


INTERACCIÓN SEGURA

ESCÁNER LÁSER → Mapa de navegación



INTERACCIÓN SEGURA



PARACHOQUES SENSIBLE



ESCÁNER LÁSER



INTERACCIÓN SEGURA

**Sealant Inspection
Camera** (not pictured)

Localization Camera
(not pictured)

Tactile sensors on LWR
base (contact detection)

Sealant tool

Torque sensing in joints
(collision detection and
interaction)

Tactile bumper ring around the lower
part of the OmniRob base (collision
detection)

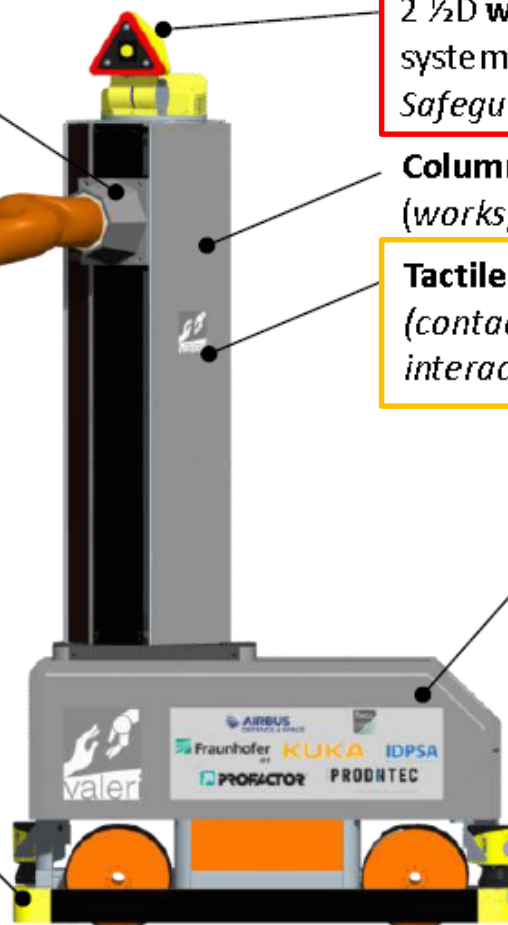
**2 ½D workspace monitoring
system** on pan-tilt unit (*Tool
Safeguarding*)

Column with 2 DOF
(workspace extension!)

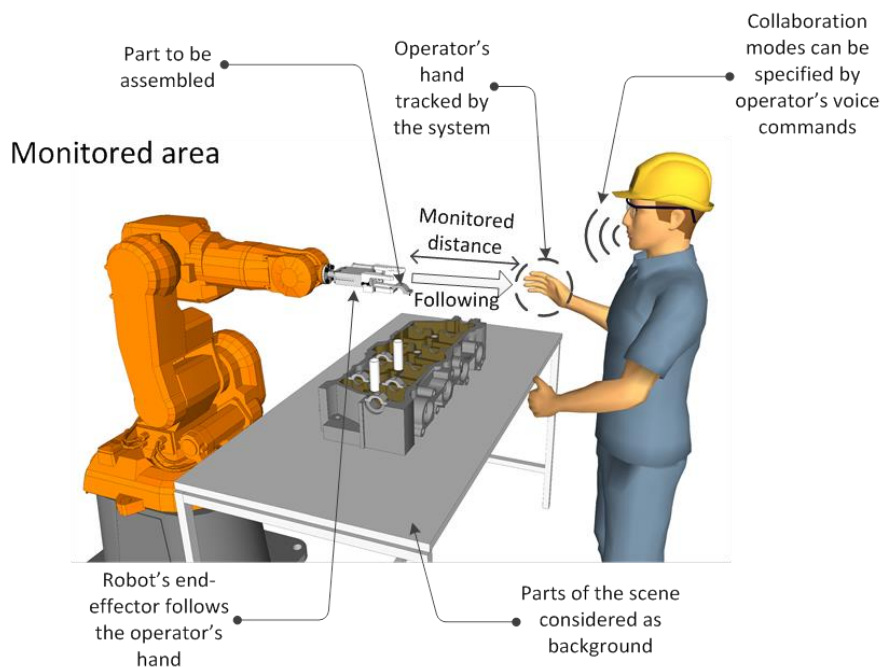
Tactile sensors on column
(contact detection and
interaction)

Tactile sensor on
OmniRob base
(contact detection
and interaction)

Laser scanner
(proximity detection)



Nuevas tecnologías para una industria europea más automatizada



www.symbio-tic.eu



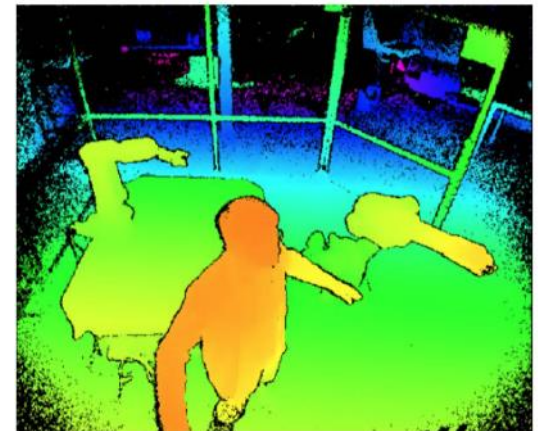
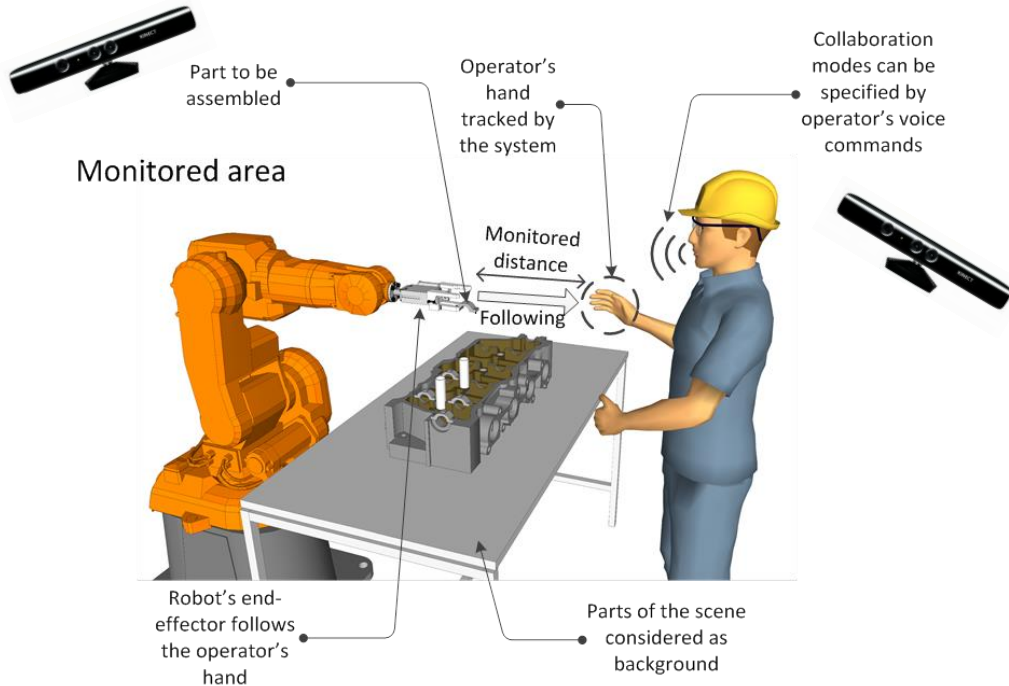
Retos de futuro en materia de PRL



OSALAN
Laneko Seguratasun eta
Osasunerako Eusko Erakundea
Instituto Vasco de Seguridad y
Salud Laborales



VISIÓN 3D EN EL ENTORNO



LOCALIZACIÓN EN PLANTA



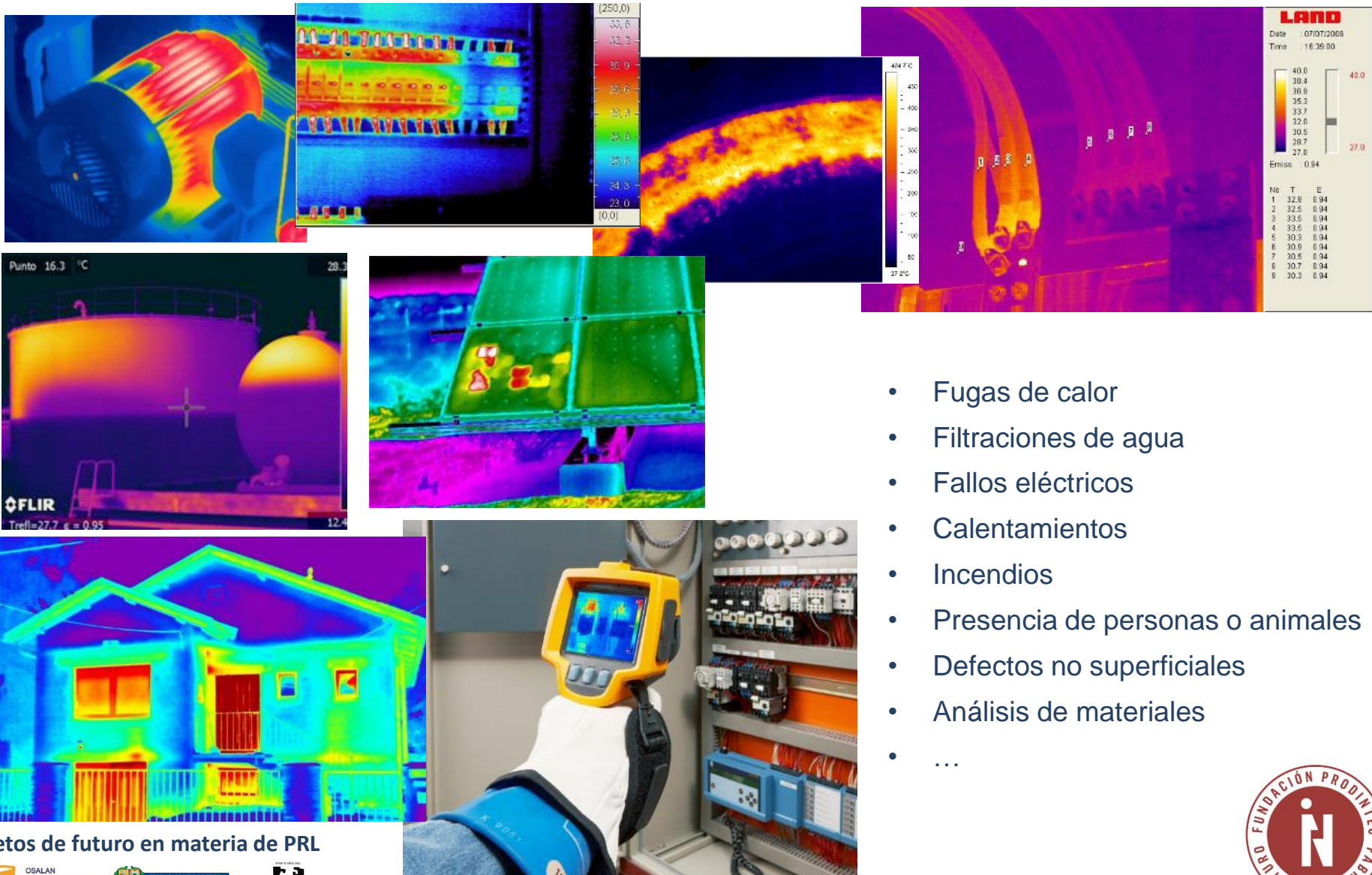
IMÁGENES TERMOGRÁFICAS



- Espectro infrarrojo
- Detección en bajas/nulas condiciones de visibilidad
- Diferencia térmica entre personas y entorno.



TERMOGRAFÍA



- Fugas de calor
- Filtraciones de agua
- Fallos eléctricos
- Calentamientos
- Incendios
- Presencia de personas o animales
- Defectos no superficiales
- Análisis de materiales
- ...



Retos de futuro en materia de PRL



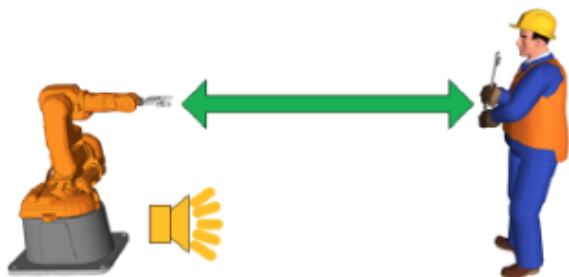
OSALAN
Laneko Segurtasun eta
Osasunerako Eusko Erakundea
Instituto Vasco de Seguridad y
Salud Laborales



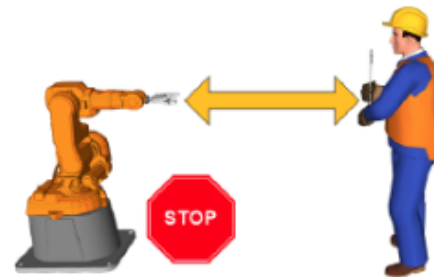
Universidad
del País Vasco
Euskal Herriko
Unibertsitatea

[Imágenes obtenidas de Internet]

INTERACCIÓN SEGURA



ALERTAR



PARAR



RETROCEDER



ESQUIVAR

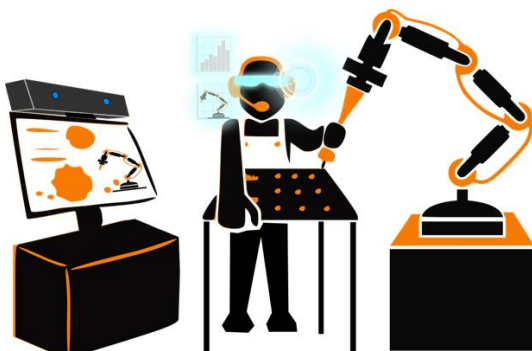
INTERFACES



Pantallas táctiles



Comandos de voz



Realidad aumentada



Avisos audibles

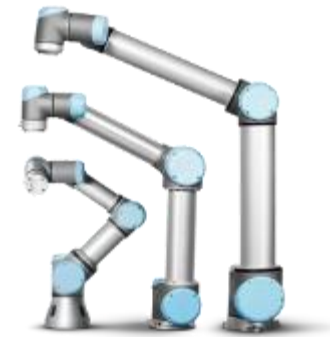
ROBOTS COLABORATIVOS



Baxter (Rethink Robotics)



Sawyer (Rethink Robotics)



UR (Universal Robots)



LBR iiwa (KUKA)



Yumi (ABB)



PAVP6 (Precise Automation)



Retos de futuro en materia de PRL



OSALAN
Laneko Seguratasen eta
Osasunerako Eusko Enakuntza
Instituto Vasco de Seguridad y
Salud Laborales



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO



Universidad
del País Vasco
Euskal Herriko
Unibertsitatea

ZONAS DE ACCESO DIFÍCIL



Shake-arm robots (OCRobotics)



Retos de futuro en materia de PRL

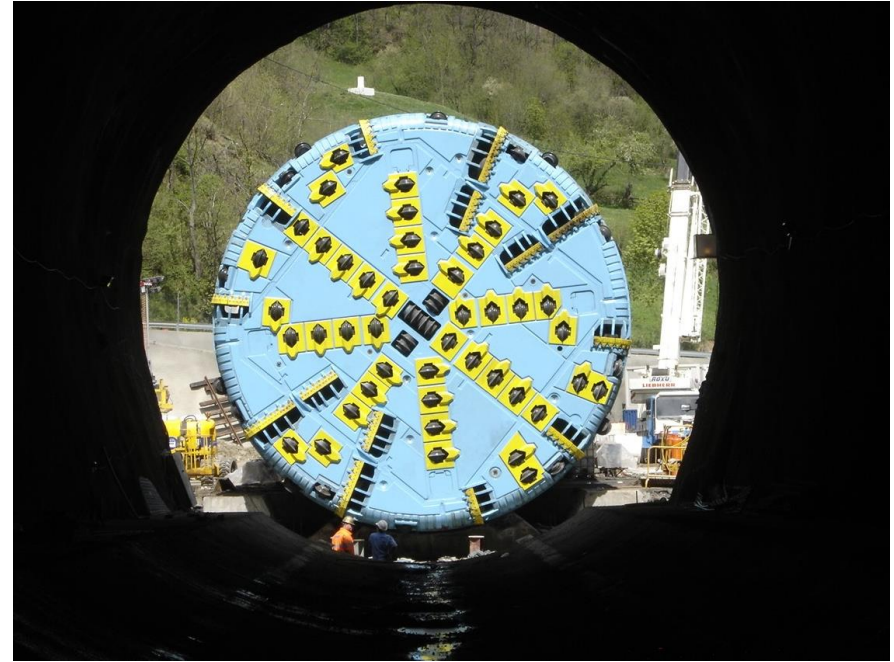


OSALAN
Larrendatzaileak eta
Osasuneko Eusko Erakundeak
Instituto Vasco de Seguridad y
Salud Laborales



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO
Universidad
del País Vasco Euskal Herriko
Unibertsitatea

CONSTRUCCIÓN



Manual ← 60 años → Tuneladora

- Reducir los trabajos manuales
- Evitar la presencia de operarios en zonas peligrosas
- Aumentar la velocidad de perforación
- ...



Retos de futuro en materia de PRL



OSALAN
Laneko Segurtasun eta
Osasunerako Eusko Erakundea
Instituto Vasco de Seguridad y
Salud Laborales

EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

Unibertsitateak
Euskal Herriko
Unibertsitateak



2 horas



10 minutos



2,5 horas



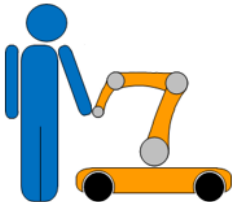
12 minutos

INTERACCIÓN PERSONA-MÁQUINA EN LA NUEVA INDUSTRIA: ROBÓTICA COLABORATIVA

*“Innovar es arriesgado, **pero más arriesgado es no innovar**”.*



Robotizar una actividad peligrosa es arriesgado (hay que implementar los mecanismos de seguridad necesarios), pero **más arriesgado es que esa actividad siga siendo manual.**



Retos de futuro en materia de PRL



OSALAN
Laneko Segurtasun eta
Osasunerako Eusko Enakuntza
Instituto Vasco de Seguridad y
Salud Laborales



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO



Universidad
del País Vasco Euskal Herriko
Unibertsitatea



INTERACCIÓN PERSONA-MÁQUINA EN LA NUEVA INDUSTRIA: ROBÓTICA COLABORATIVA

Gracias por su atención



OSALAN

*Laneko Segurtasun eta
Osasunerako Euskal Erakundea*
Instituto Vasco de Seguridad y
Salud Laborales



**EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO**

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

Luis Pérez Castaño
Jefe de Unidad de Industria Digital
lcp@prodintec.com

*Retos de futuro en materia de
Prevención de Riesgos Laborales*

San Sebastián, 20 de julio de 2017

FUNDACIÓN **PRODINTEC**

FÁBRICA DE FUTURO

www.prodintec.com