

Ing Luigi Monica

11 ottobre 2023



AMBIENTE LAVORO

Il lavoro, alla base e al centro di ogni azione

10 • 12 ottobre 2023 | Salute, Sicurezza,
Bologna | Sostenibilità

INAIL

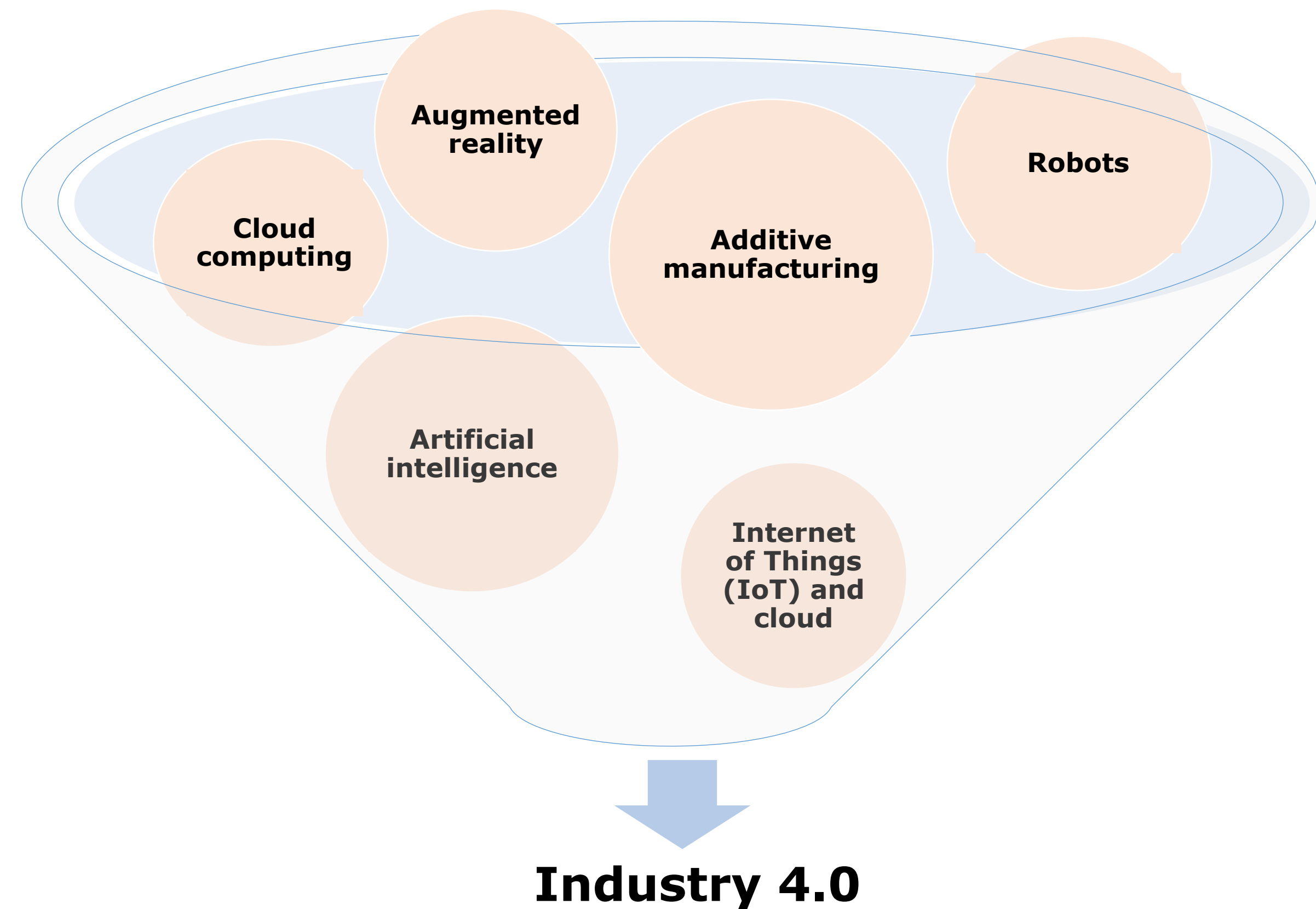
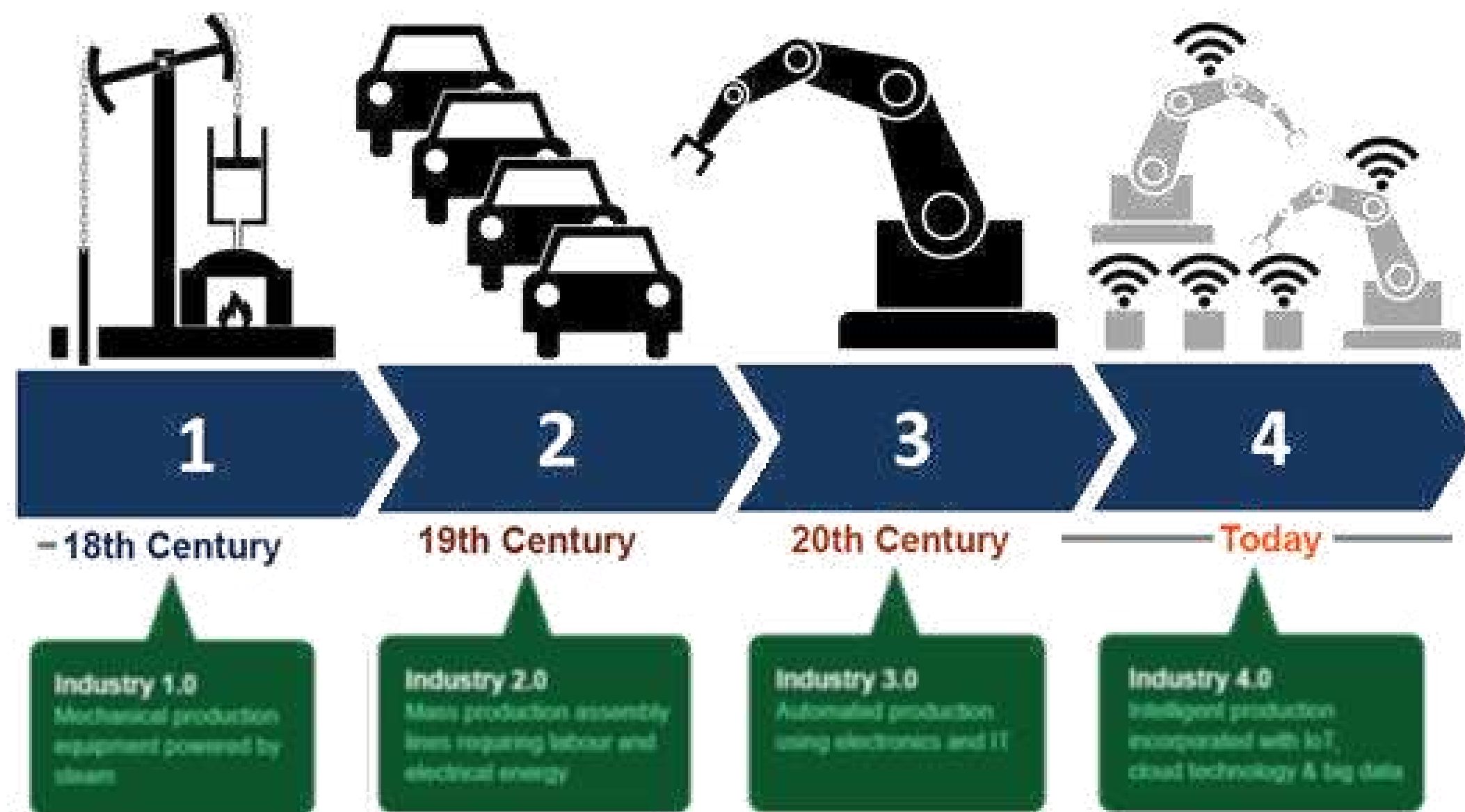
ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

CONVEGNO NAZIONALE

Macchine: regolamento europeo, innovazioni tecnologiche e sinergie per la sicurezza sul lavoro

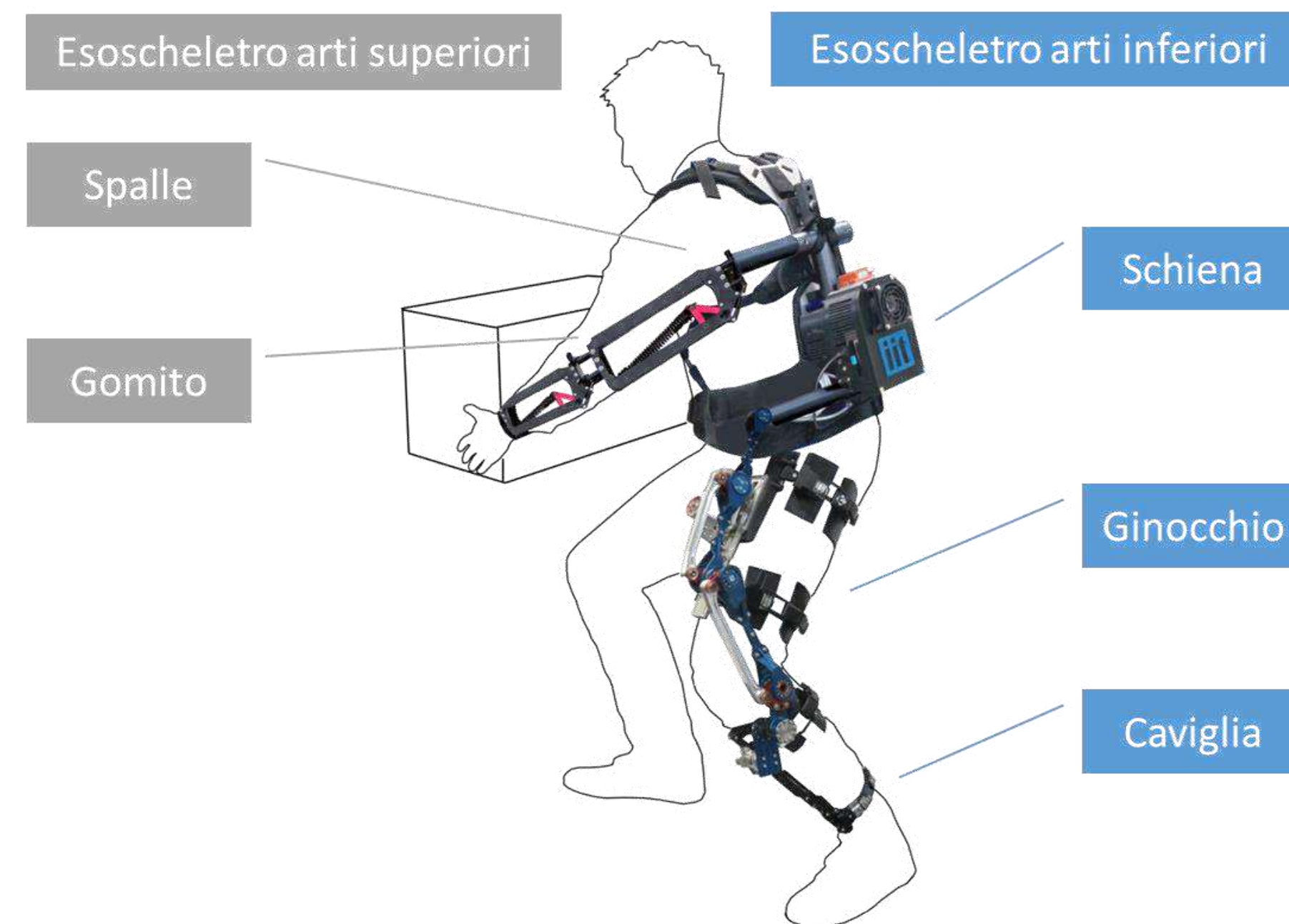
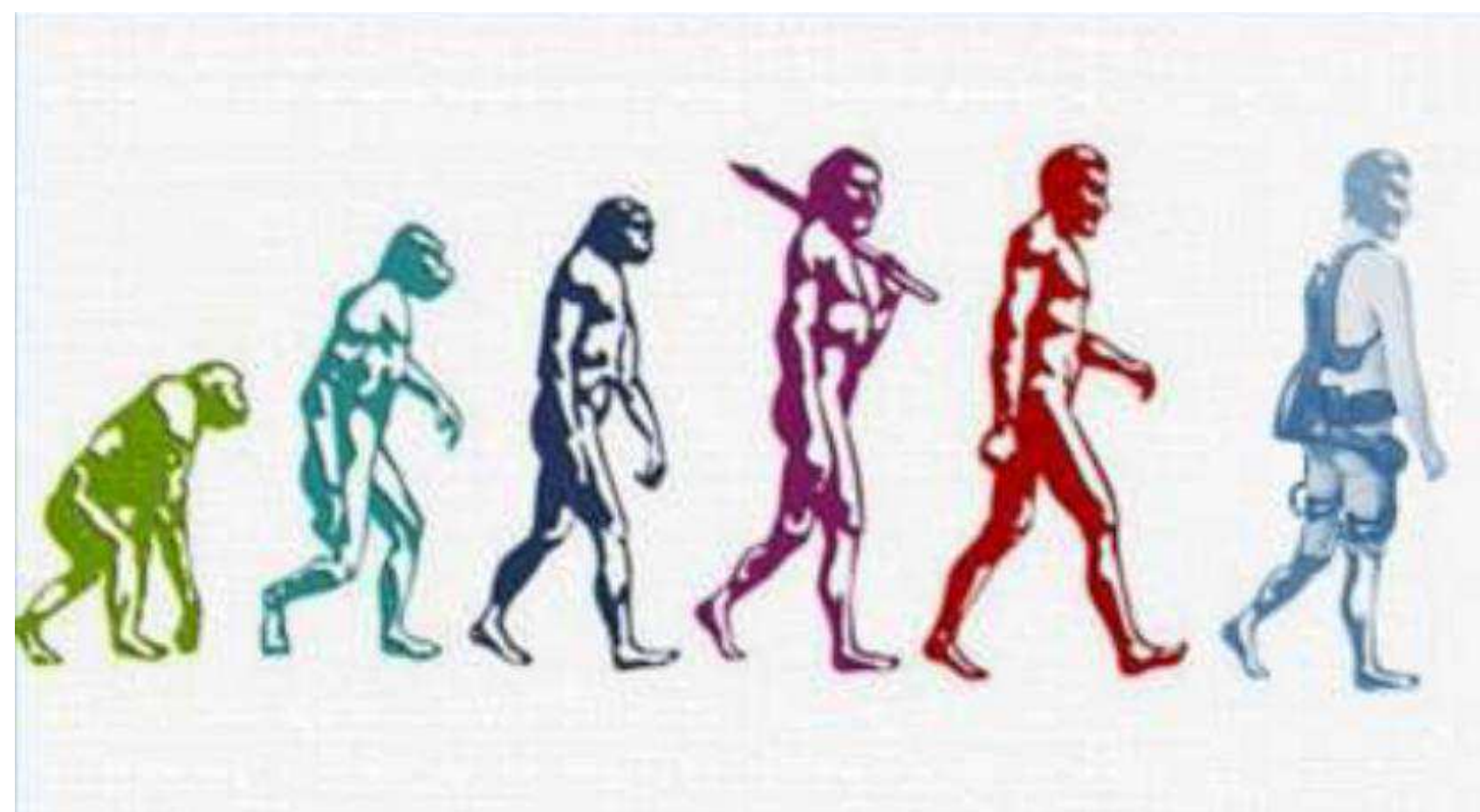
**Gli esoscheletri occupazionali:
l'innovazione tecnologica per ridurre il
rischio biomeccanico**

Il nuovo contesto tecnologico negli ambienti di lavoro



Gli esoscheletri occupazionali

dispositivo indossabile portatile di servizio, che agisce sul corpo in modo meccanico, assistendo l'operatore durante un'attività lavorativa; un esoscheletro modifica le forze interne ed esterne che agiscono sul corpo e di conseguenza il carico biomeccanico dell'operatore, con lo scopo di supportarlo durante un'attività lavorativa mediante una forza o coppia assistiva



Questi dispositivi si propongono come soluzioni tecnologiche volte a ridurre il carico fisico o limitare l'adozione di posture incongrue di un lavoratore, al fine di prevenire possibili disturbi muscoloscheletrici negli ambienti di lavoro durante un'attività lavorativa;

Potenzialmente gli esoscheletri occupazionali sono in grado di offrire una soluzione laddove altre misure tecniche, organizzative o di progettazione ergonomica non siano realizzabili o efficaci a mitigare i fattori di rischio da sovraccarico biomeccanico.

Il regolamento (UE) 2023/1230 relativo alle macchine

4 luglio 2023 Pubblicazione della rettifica del regolamento (UE) 2023/1230 sulla GUUE, già pubblicato il 29 giugno 2023

19 luglio 2023 Entrata in vigore del regolamento (UE) 2023/1230

20 giugno 2027 Applicazione del regolamento (UE) 2023/1230 e abrogazione della direttiva 2006/42/CE

Fino al 19 gennaio 2027

Le macchine dovranno essere conformi ai requisiti della direttiva 2006/42/CE e accompagnate da un dichiarazione CE di conformità a tale direttiva

Dal 20 gennaio 2027

Le macchine dovranno essere conformi ai requisiti del regolamento (UE) 2023/1230 e accompagnate da un dichiarazione UE ai sensi di detto regolamento

REGOLAMENTO



Allegato III: RES 1.1.6 – Ergonomia – regolamento (UE) 2023/1230 relativo alle macchine

NEWS

Nelle condizioni d'uso previste devono essere eliminati o ridotti al minimo possibile il disagio, la fatica e le tensioni psichiche e fisiche (stress) dell'operatore, tenuto conto almeno dei principi seguenti dell'ergonomia:

- a) ...*
- b) evitare la necessità di movimenti o posture lavorativi impegnativi e sforzi manuali superiori alla capacità dell'operatore;*
- c) ...;*
- d) ...;*
- e) ...;*
- f) adeguare l'interfaccia tra uomo e macchina alle caratteristiche prevedibili degli operatori, anche rispetto a una macchina o a un prodotto correlato dotati di un comportamento o una logica integralmente o parzialmente auto-evolutivi e che sono progettati per funzionare con livelli variabili di autonomia;*
- g) se del caso, adeguare una macchina o un prodotto correlato dotati di un comportamento o una logica integralmente o parzialmente auto-evolutivi e che sono progettati per funzionare con livelli variabili di autonomia affinché rispondano alle persone adeguatamente e appropriatamente (ad esempio verbalmente attraverso parole e non verbalmente attraverso gesti, espressioni facciali o movimento del corpo) e comunichino le loro azioni pianificate (ad esempio cosa faranno e perché) agli operatori in maniera comprensibile.*

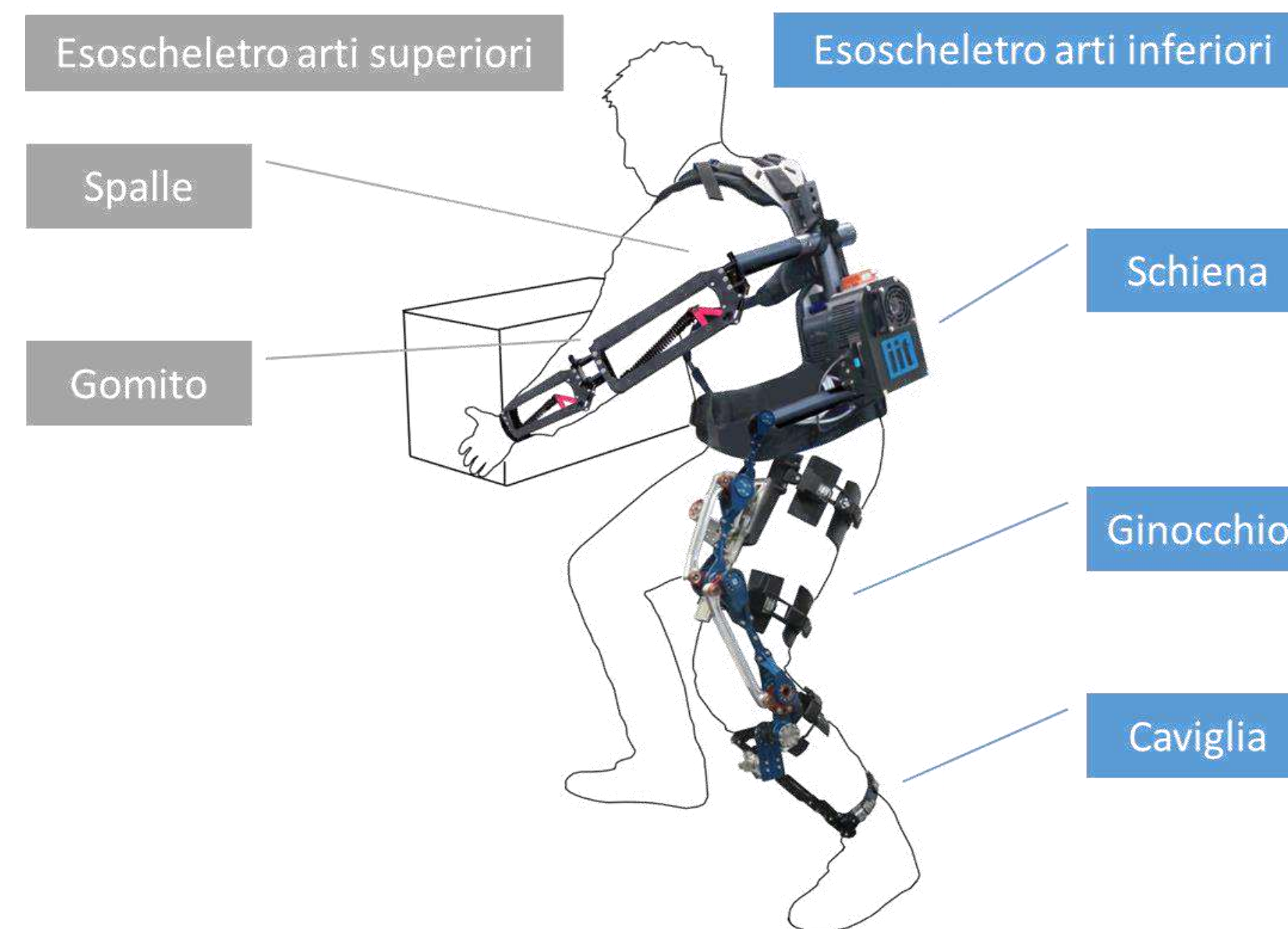
Allegato III: RES 1.3.7 - Rischi dovuti agli elementi mobili – regolamento (UE) 2023/1230 relativo alle macchine

NEWS

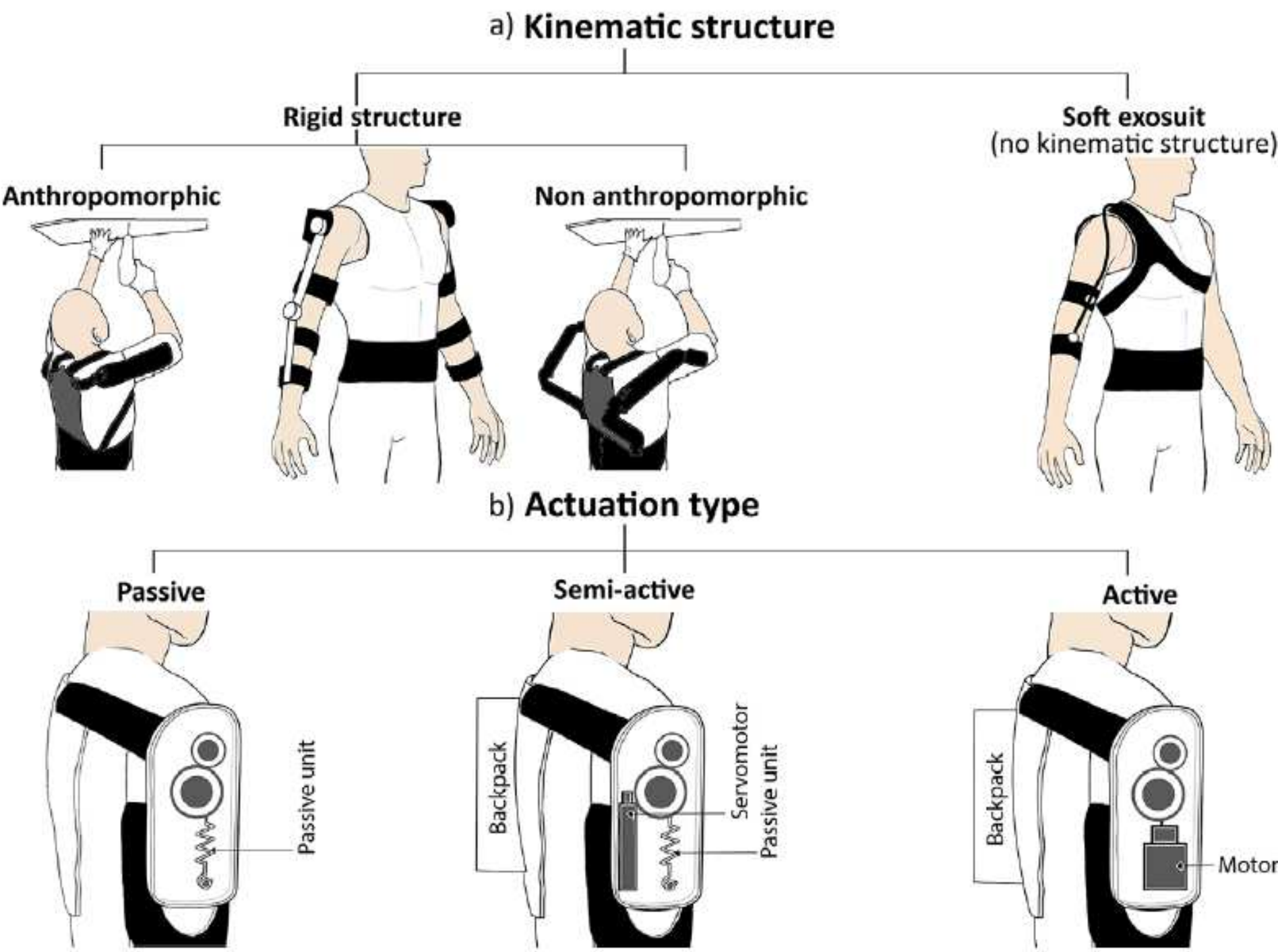
....

La prevenzione di rischi derivanti da contatto che determinano situazioni di pericolo e le tensioni psichiche che possono essere causate dall'interazione con la macchina deve essere adeguata in relazione a:

- a) coesistenza uomo-macchina in uno spazio condiviso in assenza di collaborazione diretta;*
- b) interazione uomo-macchina.*

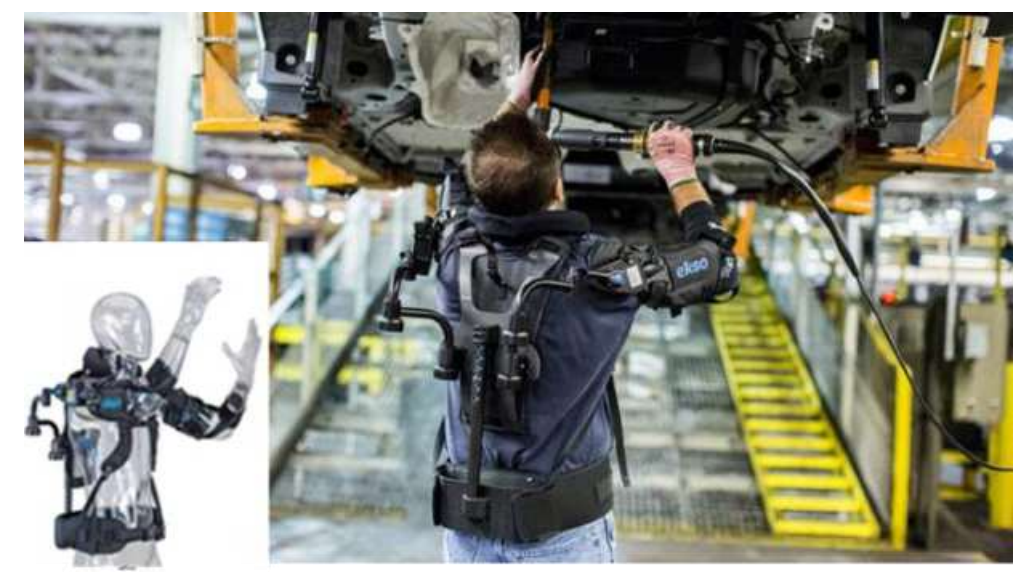


Gli esoscheletri occupazionali: stato dell'arte



Simona Crea¹ et al. Occupational exoskeletons: A roadmap toward large-scale adoption. Methodology and challenges of bringing exoskeletons to workplaces. *Wearable Technologies* (2021), 2, e11. doi:10.1017/wtc.2021.11

Esoscheletri occupazionali passivi



Esoscheletri occupazionali passivi soft



Esoscheletri occupazionali attivi



Esoscheletri passivi

- Più



Pos



testa

Esoscheletri passivi

- **Meno efficaci in altre attività**



Traino



Trasporto carichi



Attività miste

Esoscheletro attivo



INAIL
ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

iit
ISTITUTO ITALIANO
DI TECNOLOGIA

INAIL

Esoscheletro attivo



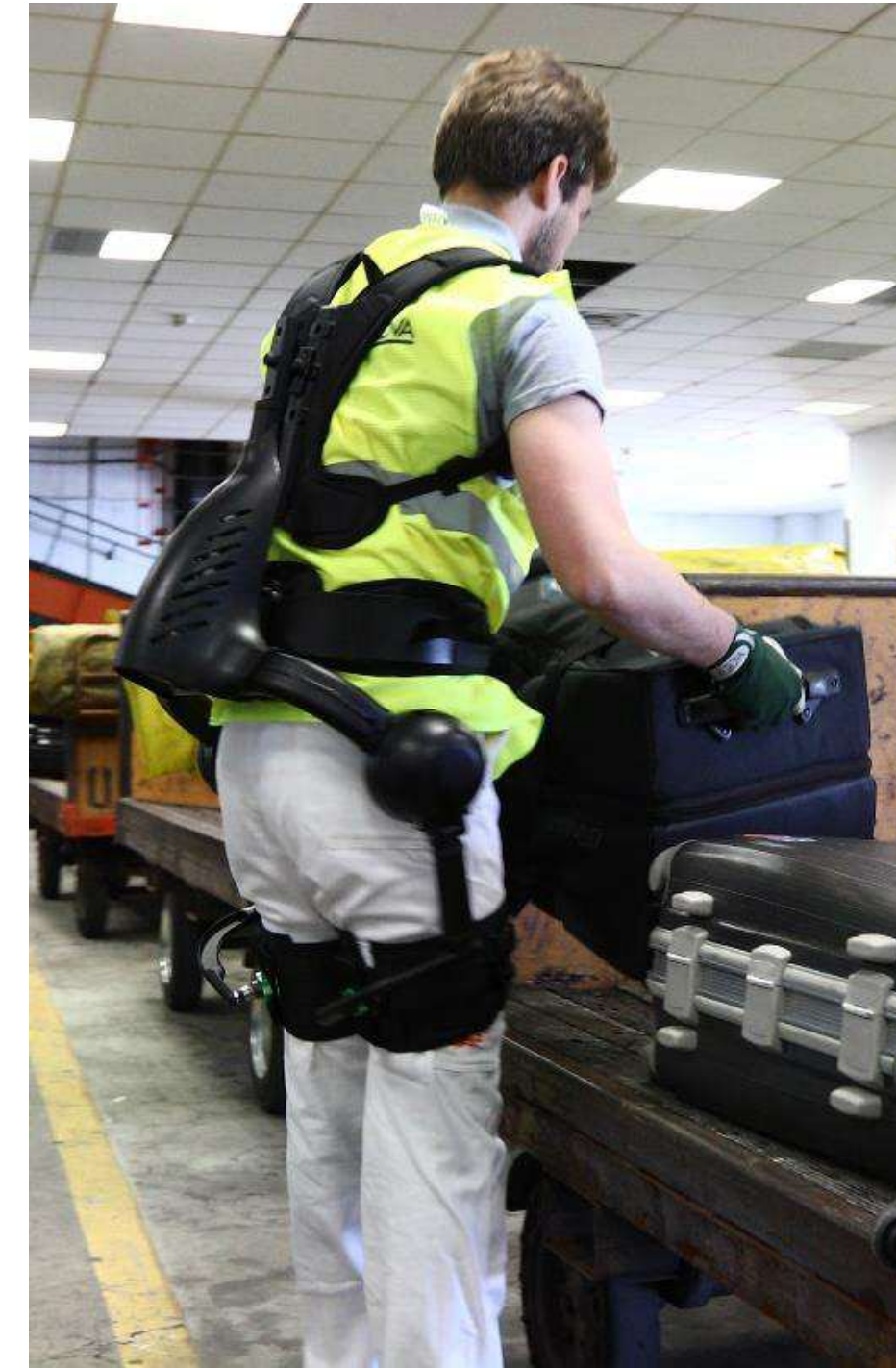
Robo-Mate Trunk module
2015



Robo-Mate Trunk module MKII
2016



Robo-Mate Trunk module MKIIb
2017



XoTrunk
2018



XoTrunk
2021

Robo.Mate

INAIL
ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

INAIL

Esoscheletro attivo



20Kg

Robo-Mate Trunk module
2015



12Kg

Robo-Mate Trunk module MKII
2016



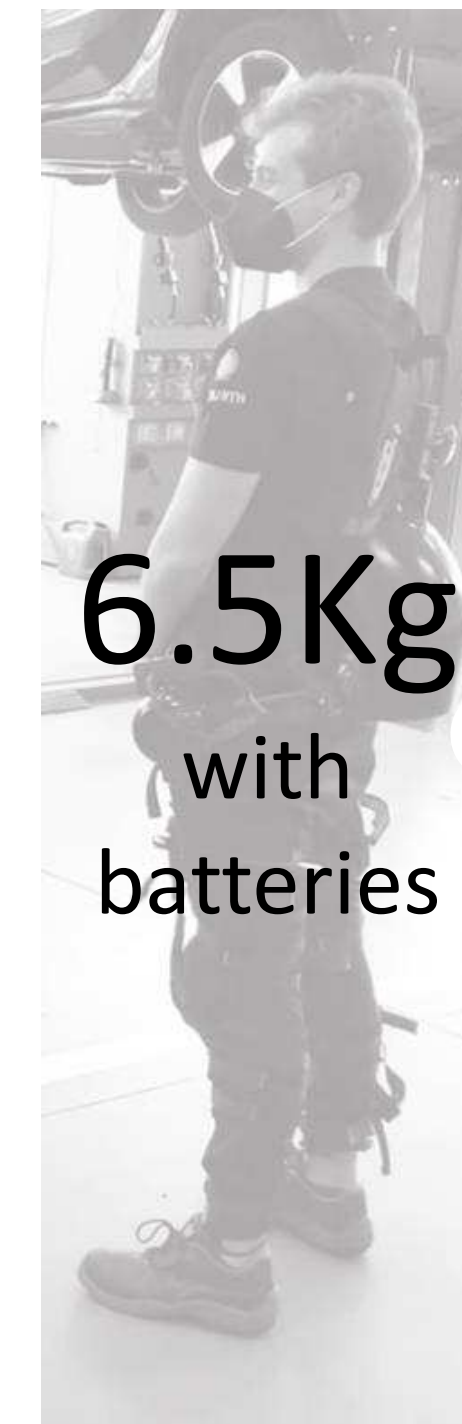
10.5Kg

Robo-Mate Trunk module MKIIb
2017



6Kg

XoTrunk
2018



6.5Kg
with
batteries

XoTrunk
2021

Robo.Mate

INAIL

ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

INAIL

Esoscheletro attivo



Sollevamento
statico

Robo-Mate Trunk module
2015

Robo.Mate



Sollevamento
statico

Robo-Mate Trunk module MKII
2016



Sollevamento
statico
Stima del carico

Robo-Mate Trunk module MKIIb
2017



Sollevamento
dinamico
Stima del carico

XoTrunk
2018

INAIL
ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO



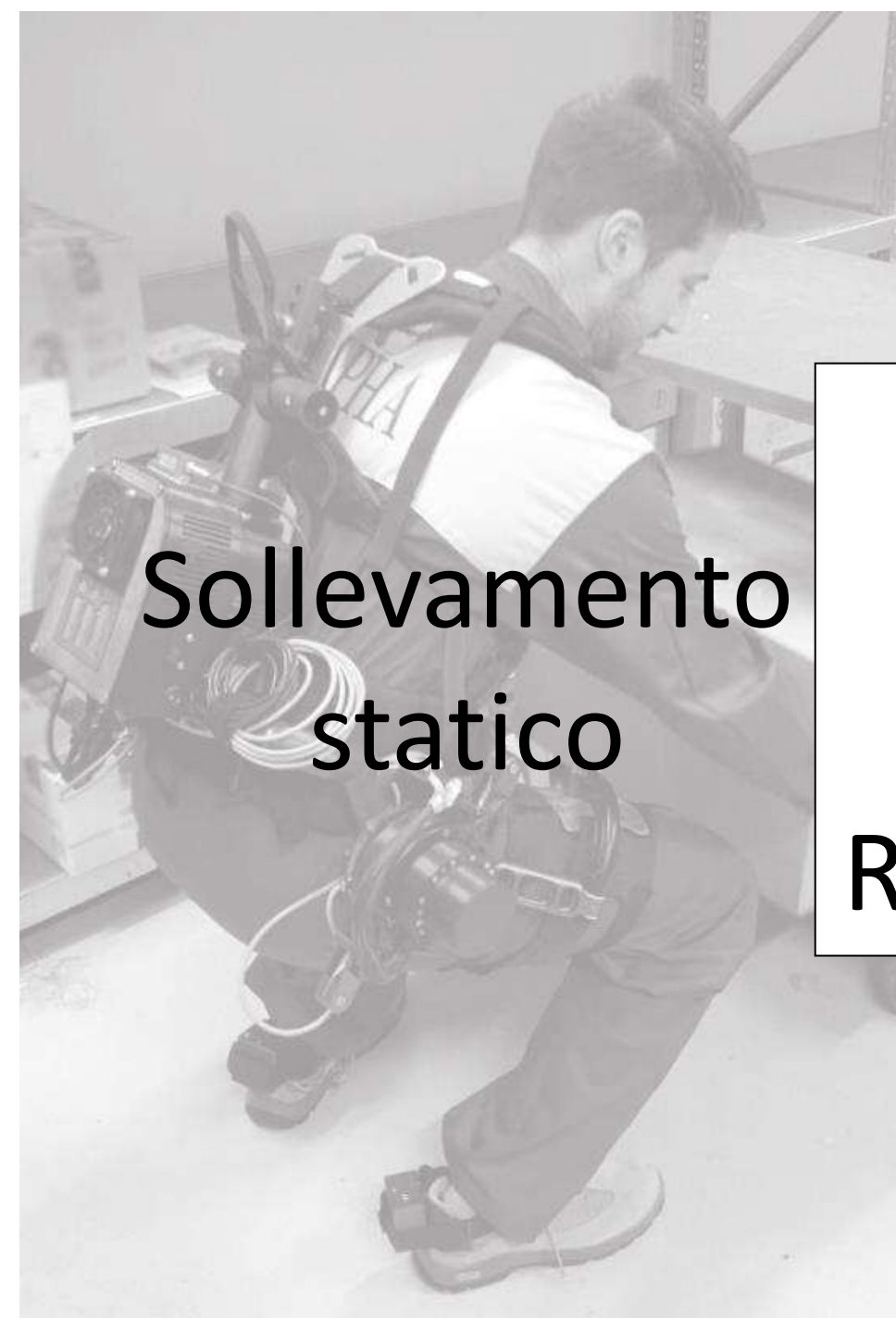
XoTrunk
2021

Esoscheletro attivo



Sollevamento
statico

Robo-Mate Trunk module
2015



Sollevamento
statico

Robo-Mate Trunk module MKII
2016



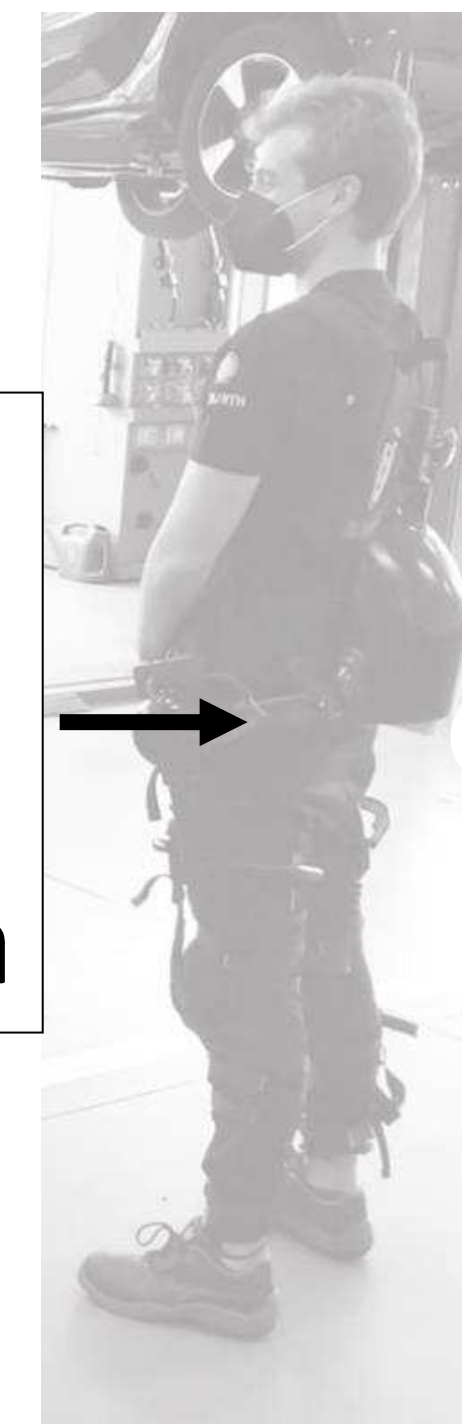
Sollevamento dinamico migliorato
Stima del carico
Strategia di controllo per traino
Riconoscimento automatico dell'attività



Robo-Mate Trunk module MKIIb
2017



XoTrunk
2018



XoTrunk
2021

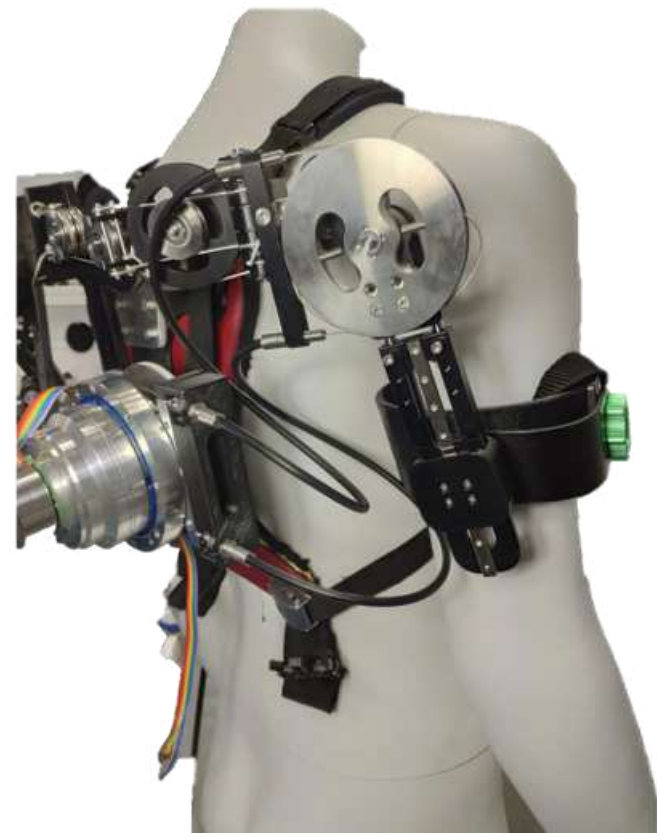
Robo.Mate

INAIL

ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

INAIL

Gli esoscheletri occupazionali INAIL/IIT



INAIL
ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

iit

ISTITUTO ITALIANO
DI TECNOLOGIA

Gli esoscheletri occupazionali

OCCUPATIONAL EXOSKELETONS: WEARABLE ROBOTIC DEVICES AND WORK-RELATED MUSCULOSKELETAL DISORDERS PREVENTION IN THE WORKPLACE OF THE FUTURE

Introduction

This article was developed as part of the collaboration agreement signed by INAIL with EU-OSHA related to the provision of research services in the area of musculoskeletal disorders (MSDs) prevention, and presents results of a joint INAIL/Italian Institute of Technology (IIT) project on collaborative exoskeletons.

In recent years, new assistive devices worn by the worker, the so-called exoskeletons, have been introduced in the workplace. This growing interest in exoskeletons indicates that wearable robotic devices will represent one of the next major changes in many occupational scenarios (e.g. in economic sectors such as automotive and aerospace manufacturing, logistics, construction, and agriculture).

The idea of supporting human activities with automation and mechanization as robots and robotic devices is not recent. Robots and robotic devices, as the exoskeletons, typically perform or support the performance of tasks to improve the quality of life of intended users, irrespective of age or capability.

In particular, manual material handling (MMH) is a common physically demanding activity in many occupational contexts (e.g. in economic sectors such as manufacturing, logistics, construction, and agriculture). MMH includes tasks such as dynamic lifting and prolonged stooped postures, can generate large compressive pressure on the lumbar spine, and is one of the main risk factors for work-related musculoskeletal disorders (WRMSDs). WRMSDs not only increase the costs sustained by companies, but most importantly have a severe impact on workers' quality of life (EU-OSHA, 2019). Safety and ergonomics guidelines for the workplace aim to reduce the workload on workers, often resulting in very strict limitations on MMH operations in terms of object weights and movement frequency (Garg, 1995).

With the use of technical devices, such as external manipulators, which unload all or part of the weight to be handled, the physical workload on workers can be reduced.

Nevertheless in some circumstances, such devices and other technical and organizational measures to design workplaces can be impractical or infeasible, and therefore it becomes necessary to consider the use exoskeletons.

As a matter of fact, there are many workplaces that are not tied to a specific location (e.g. logistics, construction, agriculture), where ergonomic design measures cannot be implemented because of the changing environmental requirements (Schick, 2018). Furthermore, in other scenarios overexertion of the musculature, frequent lifting or incorrect postures can increase the risk of physical overstrain. In all these contexts, exoskeletons may offer a number of possibilities to improve working conditions and help in preventing WRMSDs.

In this perspective, this article try to define the state of the art of occupational exoskeletons and to illustrate which needs must be met and what requirements this typology of exoskeleton must possess in order to maximize the user benefits and minimize his potential negative impacts, through a human-centred design process.

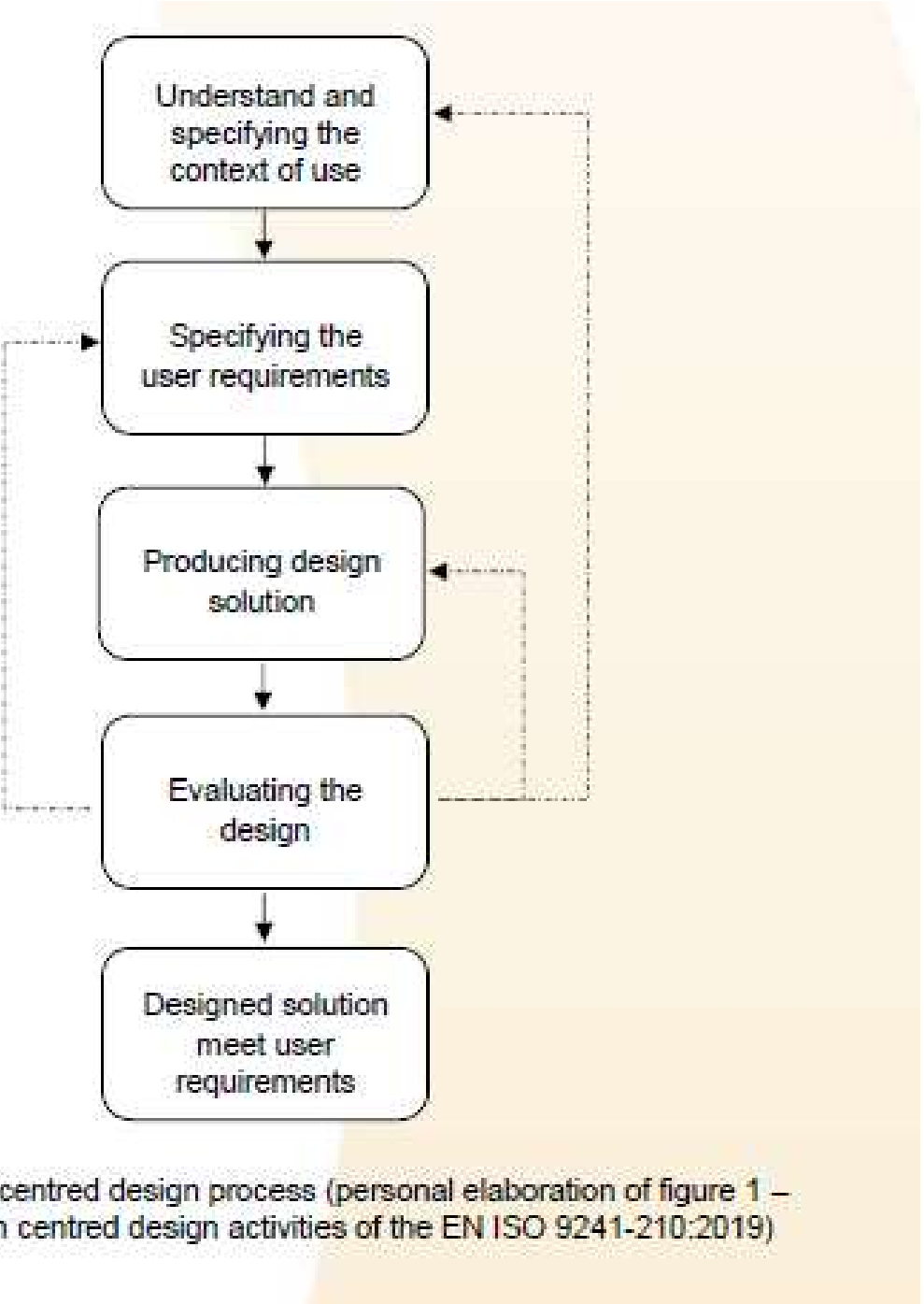


Figure 4 – Plan the human centred design process (personal elaboration of figure 1 – Interdependence of human centred design activities of the EN ISO 9241-210:2019)

<https://osha.europa.eu/en/publications/occupational-exoskeletons-wearable-robotic-devices-and-preventing-work-related-musculoskeletal-disorders-workplace-future/view>

Gruppo normativo sugli esoscheletri occupazionali

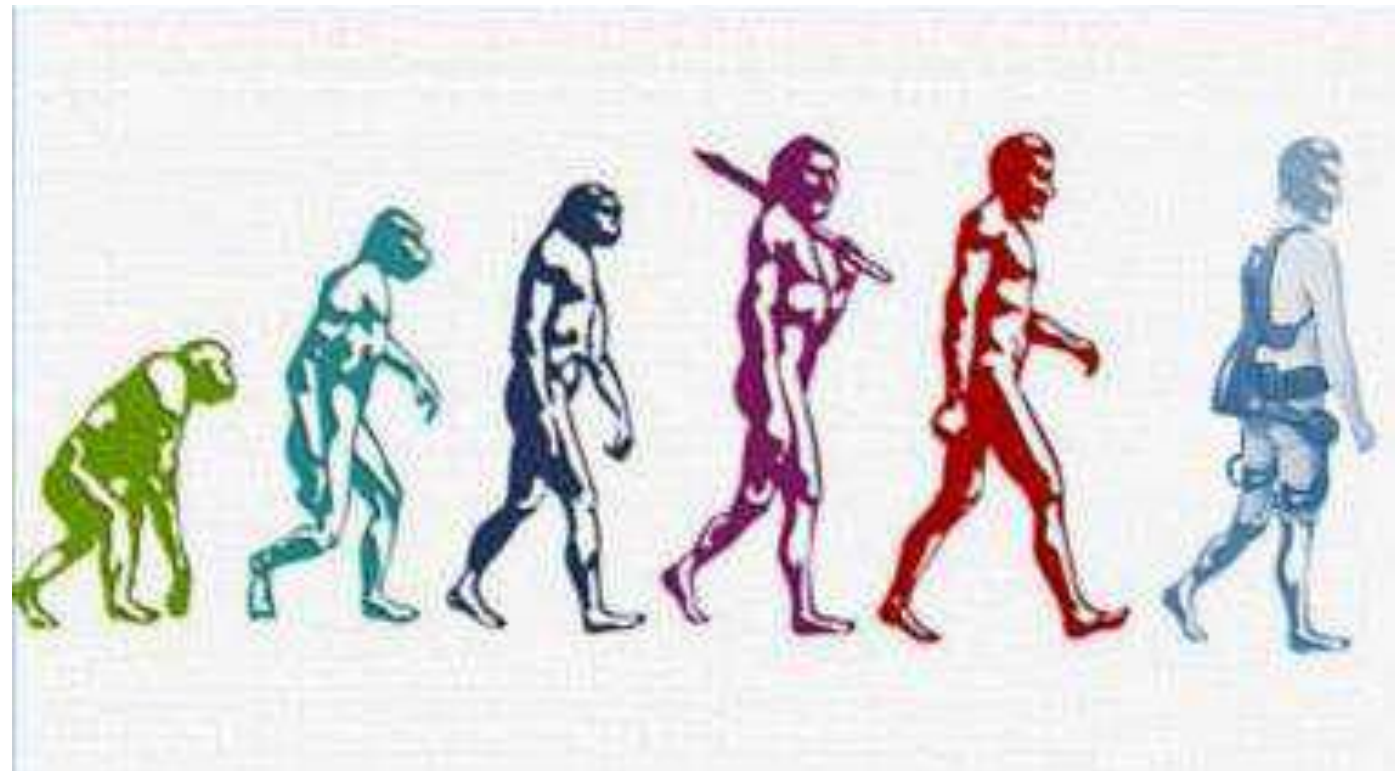
La Commissione UNI/CT 042 "Sicurezza"

considerando:

- il documento programmatico 2019-2021 della Commissione Sicurezza (vedere doc. UNI/CT 042 N 186) discusso in occasione della riunione tenuta il 1 ottobre 2019 (vedere doc. UNI/CT 042 N 204);
- la scheda preliminare predisposta dall'Area Normazione (vedere primo allegato);
- lo stralcio del resoconto della riunione del Comitato di Presidenza CCT tenuta il 12 febbraio 2020 (vedere secondo allegato).
- l'art. 5 del Regolamento per lo svolgimento dell'attività di normazione da parte del sistema UNI entrato in vigore il 26 aprile 2017;

decide di:

costituire il Gruppo di Lavoro UNI/CT 042/SC 01/GL 16 "Sicurezza e salute dei dispositivi indossabili per agevolare le attività lavorative" con il seguente campo di attività: "Dispositivi indossabili quali esoscheletri (attivi e/o passivi), schermi, caschi ed altri dispositivi per agevolare le attività lavorative, le attività lavorative nella realtà virtuale e/o nella realtà aumentata."



Nuova attività normativa

Possibile titolo Sicurezza e salute dei dispositivi indossabili per agevolare le attività lavorative

Campo di attività Dispositivi indossabili quali esoscheletri (attivi e/o passivi), schermi, caschi ed altri dispositivi per agevolare le attività lavorative, le attività lavorative nella realtà virtuale e/o nella realtà aumentata.

Aspetti da valutare

- definire una classificazione dei dispositivi: macchine, dpi, altro (?);
- definire i requisiti di sicurezza sulla base della classificazione;
- definire un metodo per valutare come cambia il sovraccarico biomeccanico nell'utilizzo di dispositivi quali gli esoscheletri;
- benessere del lavoratore sia fisico (per esempio: confort termico) sia psicologico (effetti sulla psicologia umana dell'immagine alla "Robocop" data dall'indossare dispositivi quali gli esoscheletri)

Il rapporto tecnico sugli esoscheletri occupazionali

Il rapporto tecnico si propone di:

- fornire indicazioni sulla corretta terminologia e definizioni da adottare nel settore degli esoscheletri occupazionali;
- individuare e descrivere le caratteristiche degli esoscheletri ad oggi sviluppati ed in uso negli ambienti di lavoro;
- illustrare i principi generali di progettazione e costruzione degli esoscheletri;
- rappresentare i settori lavorativi di possibile applicazione degli esoscheletri;
- inquadrare le potenziali opportunità e problematiche correlate all'uso degli esoscheletri.



rapporto tecnico UNI/TR

Struttura del rapporto tecnico sugli esoscheletri occupazionali

- 1) **Caratteristiche degli esoscheletri occupazionali**
- 2) **Valutazioni sull'impiego degli esoscheletri occupazionali**
- 3) **Principi generali di progettazione e costruzione degli esoscheletri**
- 4) **Normativa di riferimento o strumenti per valutazione della usabilità e accettabilità**
- 5) **Misure organizzative e valutazione dell'opportunità di utilizzo di un esoscheletro occupazionale**
- 6) **Incidenza dei fattori di rischio responsabili del sovraccarico biomeccanico per la progettazione di un esoscheletro occupazionale**
- 7) **Valutazioni correlate all'uso degli esoscheletri occupazionali**
 - **Valutazione qualitativa delle caratteristiche del dispositivo indossabile**
 - **Interazione uomo-esoscheletro-ambiente di lavoro**



Caratteristiche degli esoscheletri occupazionali

- 1. Destinazione d'uso:** la destinazione d'uso prevalente identifica l'utilizzo al quale è destinato un dispositivo secondo le indicazioni fornite dal fabbricante (es. supporto alle attività lavorative caratterizzate da movimenti ripetuti dell'arto superiore, movimentazione manuale di carichi, posture statiche)
- 2. Caratteristiche tecniche:** le caratteristiche generali del dispositivo e quelle che ne identificano le funzioni.
 - Peso.
 - Ingombro
 - Attuazione (es. modalità di attuazione, autonomia, direzione della forza/coppia assistiva, profilo ed ampiezza della forza/coppia assistiva)
 - Struttura cinematica.
 - Taglie e regolazioni.
 - Materiali.
- 3. Evidenze scientifiche sull'efficacia del dispositivo**
- 4. Certificazioni**



Grazie per l'attenzione

l.monica@inail.it