



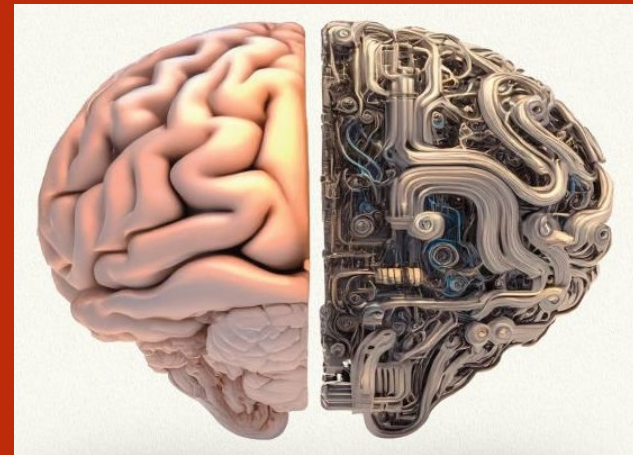
ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

**L'Intelligenza Artificiale per  
la salute sicurezza sul lavoro**



**Bologna, 25 maggio 2026**

# ***Opportunità e soluzioni per la salute e sicurezza utilizzando l'IA***



**Prof.ssa Cristina Mora**  
Università di Bologna  
*Dipartimento di Ingegneria Industriale*

# AGENDA

- IL CONTESTO: INDUSTRY 4.0 E INDUSTRY 5.0
- INNOVAZIONE TECNOLOGICA E INTELLIGENZA ARTIFICIALE: POTENZIALITÀ E SFIDE APERTE
- STRUMENTI E CAMPI DI APPLICAZIONE DI AI
- SOLUZIONI TECNICHE BASATE SU AI
- LA BANCA DELLE SOLUZIONI COME CONTENITORE DI INNOVAZIONI TECNOLOGICHE

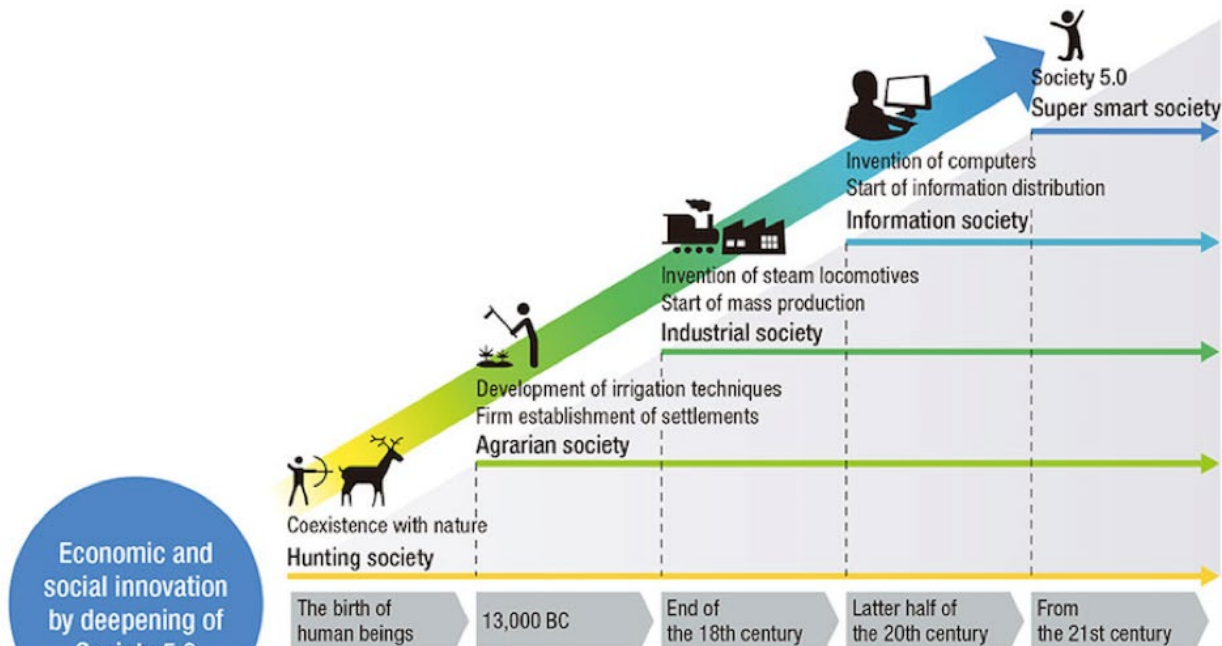


# Il contesto: Industry 4.0 e Industry 5.0

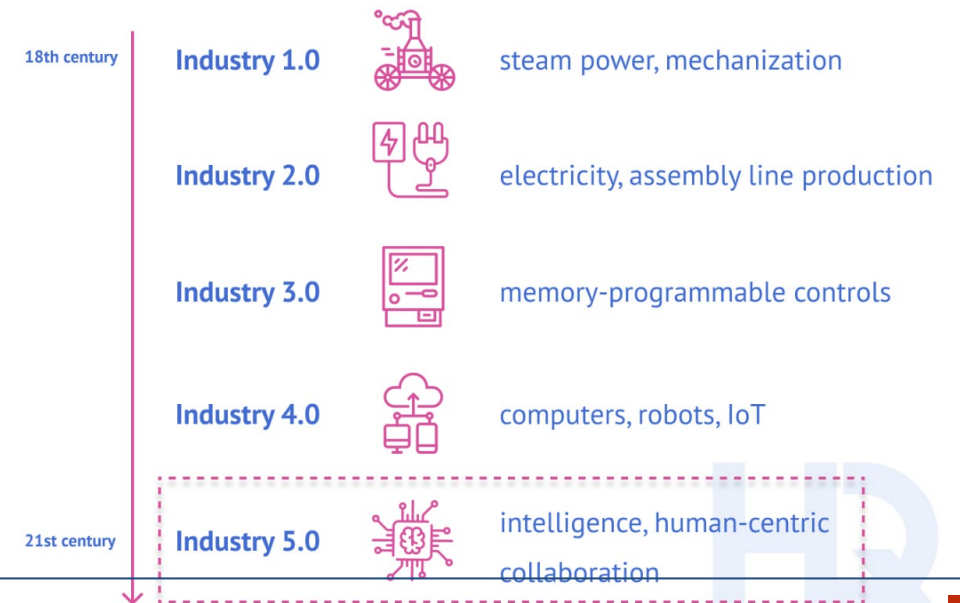
La Commissione Europea propone una **quinta rivoluzione industriale**, fondata sull'uomo, sulla sostenibilità e sulla resilienza dell'intero sistema (*rapporto «Industry 5.0 - Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry»*)



*Industria 5.0 è «l'evoluzione dell'Industria 4.0 che enfatizza la SOSTENIBILITA', LA RESILIENZA E LA CENTRALITA' DELL'UOMO nel processo produttivo»*



Source: Prepared based on materials from the Japan Business Federation (Keidanren)



# Il contesto: Industry 4.0 e Industry 5.0

INTEGRAZIONE  
TRA

AUTOMAZIONE AVANZATA,  
INTELLIGENZA ARTIFICIALE

BENESSERE DEL  
LAVORATORE



MAGGIORE EFFICIENZA OPERATIVA  
RIDUZIONE DEI RISCHI



# Il contesto: Industry 4.0 e Industry 5.0

- le industrie devono svolgere un ruolo attivo nel fornire **soluzioni alle sfide per la società**
- la tecnologia può e deve essere impiegata per **adattare il processo di produzione alle esigenze e alle abilità del lavoratore e non il contrario.**

## UMANOCENTRICITA'

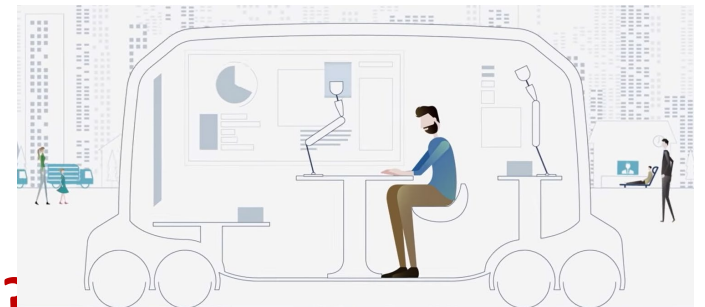
Prima le persone: l'Industria 5.0 mette gli esseri umani al centro dei processi di produzione. La tecnologia viene utilizzata a servizio della qualità della vita dei cittadini e dei lavoratori, e non viceversa.

Approccio più attento ai diritti fondamentali come la **privacy**, l'**autonomia**, la **dignità umana**.

Guidare e formare il lavoratore grazie alla tecnologia rispetto alle sue **nessità** anziché farlo adattare, in tempi anche non-umani, alle esigenze della tecnologia.

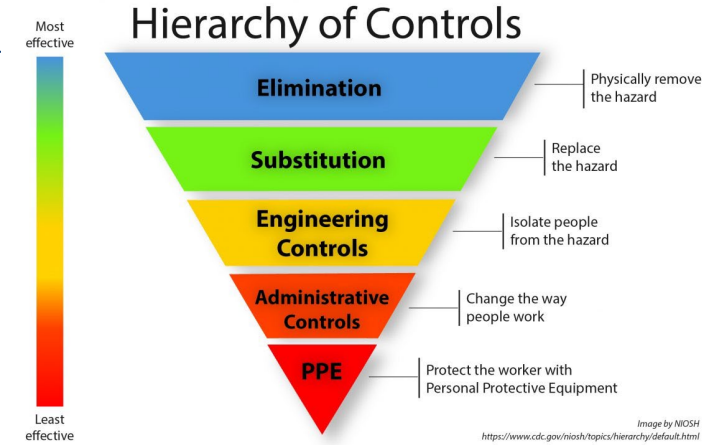
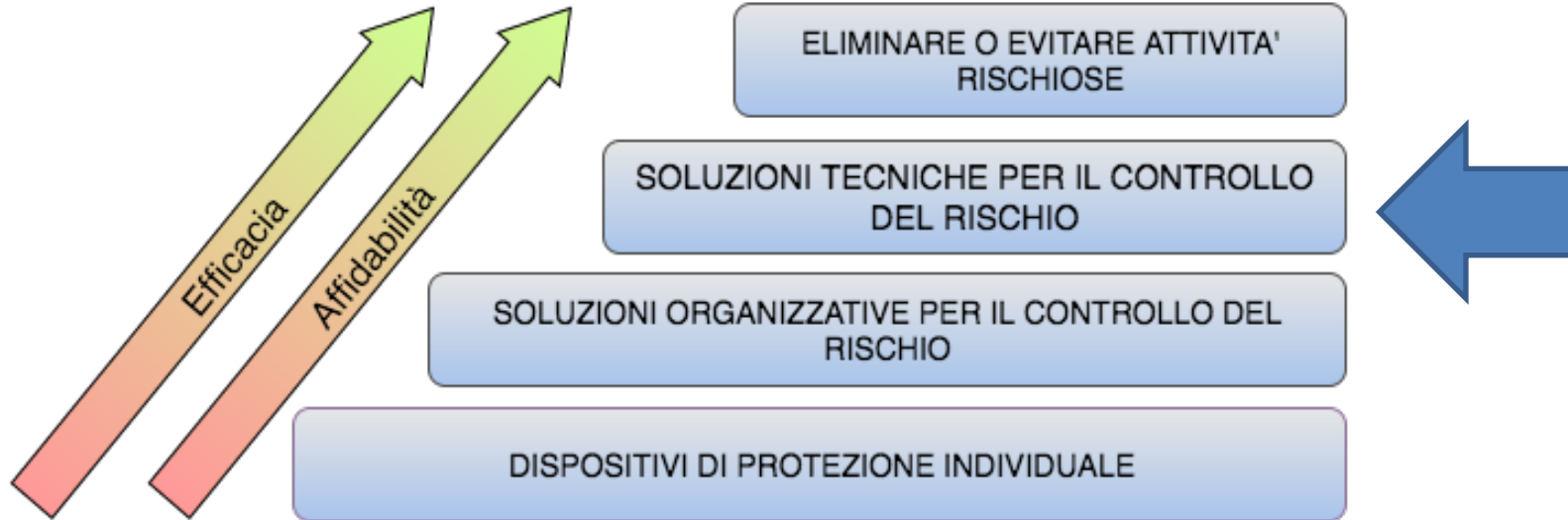


La domanda diventa: **cosa la TECNOLOGIA può fare per L'UOMO?**



# La gerarchia dei controlli del rischio

**Cosa la TECNOLOGIA può fare per L'UOMO E PER LA SUA SICUREZZA?**



**OVE POSSIBILE, EVITARE LA CAUSA DEL RISCHIO O INTRODURRE SOLUZIONI PER IL CONTROLLO DEL RISCHIO**

**SOLUZIONI TECNICHE e TECNOLOGICHE INNOVATIVE, INNOVAZIONE DIGITALE, INTELLIGENZA ARTIFICIALE**

# Innovazione tecnologica e Intelligenza Artificiale

## POTENZIALITA', SFIDE APERTE, RISCHI ED USO RESPONSABILE DELL'AI

L'Intelligenza artificiale fa riferimento alla **simulazione dell'intelligenza umana in macchine programmate per pensare e imparare come gli umani**. Essa prevede lo sviluppo di algoritmi e modelli computazionali che permettono di riprodurre azioni che richiedono l'uso dell'intelligenza umana (*El Helaly, 2024*).

L'AI può giocare oggi un ruolo cruciale in vari aspetti dei processi lavorativi, **rivoluzionando la modalità in cui le attività sono svolte e gestite**.

In un contesto in cui **L'ERRORE UMANO** rimane una causa importante **di incidenti sul lavoro**, l'AI può giocare un ruolo importante per la sua capacità di processare e analizzare i dati in tempi rapidi e di **identificare potenziali rischi e pericoli che possono NON essere notati dall'uomo** (*Shah and Mishra, 2024*).



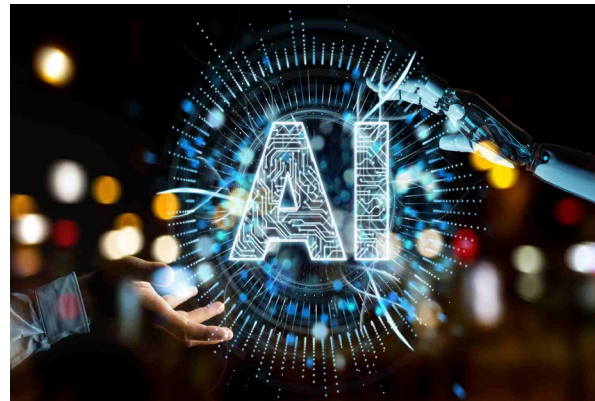
# Innovazione tecnologica e Intelligenza Artificiale

## POTENZIALITA', SFIDE APERTE, RISCHI ED USO RESPONSABILE DELL'AI

L'intelligenza artificiale (IA) ha il potenziale di permettere sviluppi innovativi ed estremamente interessanti negli ambienti di lavoro, attraverso **l'aumento della disponibilità dei dati e dei big data e la capacità di elaborarli per mezzo di algoritmi**, determinando cambiamenti profondi e su vasta scala nelle modalità lavorative.

*(Agenzia Europea per la Salute e la Sicurezza sul Lavoro (EU-OSHA). Documento di sintesi «Impact of artificial intelligence on occupational safety and health until the year 2025»)*

si divide in due categorie:  
**Internet of Things (IoT) e  
AI generativa**



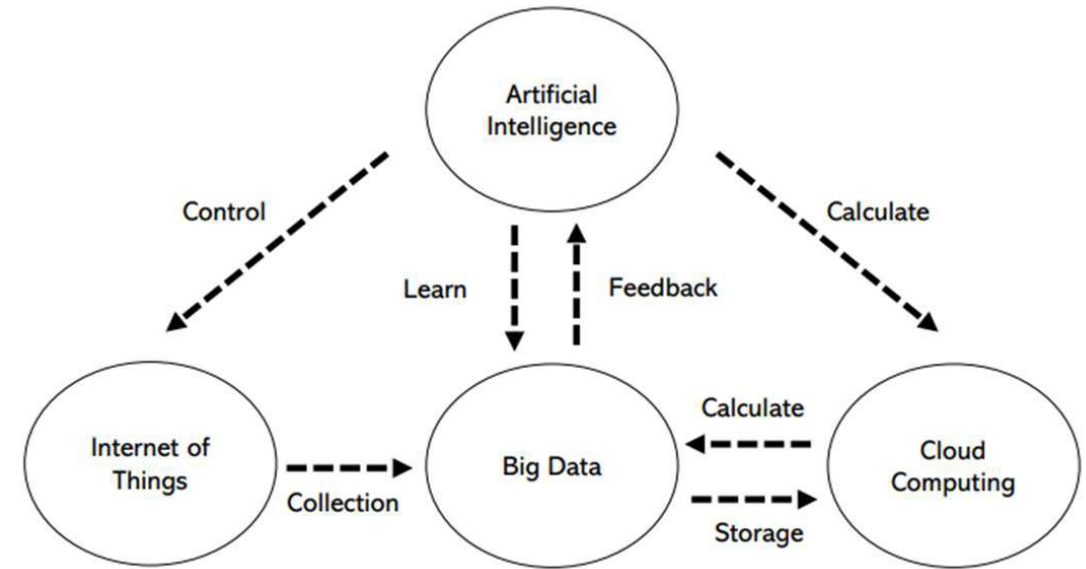
comprende diversi campi:  
**la robotica, il computer vision, il machine learning e sistemi esperti e l'uso di algoritmi che permettono ai computer di imparare dall'esperienza**

# Innovazione tecnologica e Intelligenza Artificiale

## STRUMENTI ALLA BASE DELL'AI

I sistemi digitali in grado di migliorare la salute e sicurezza dei lavoratori si basano su diversi tipi di tecnologie:

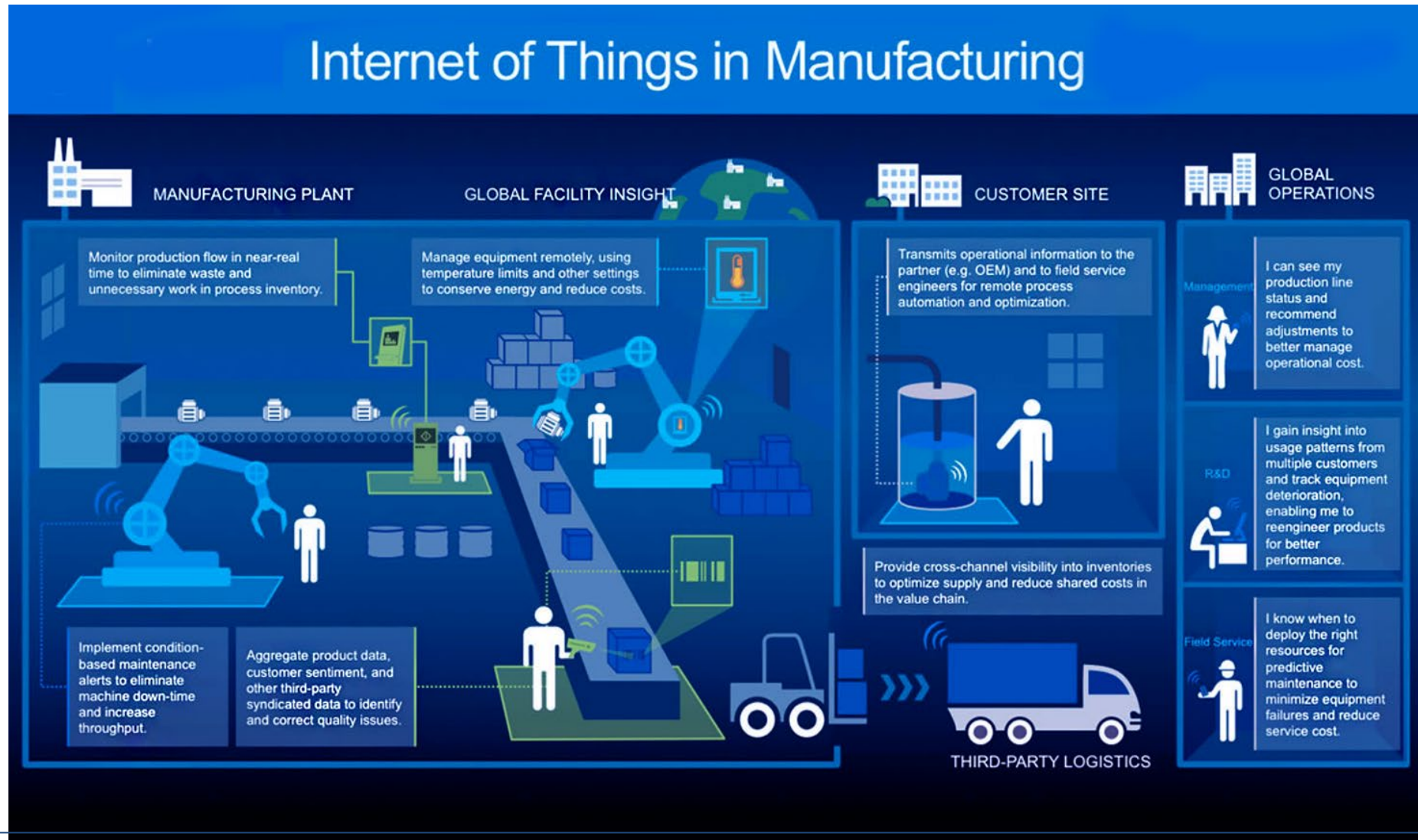
- ✓ **sistemi di raccolta dati** (sensori, videocamere, sistemi ottici, microfoni)
- ✓ **sistemi di trasmissione dei dati** (bluetooth, radiofrequenza, Internet of Things) e
- ✓ **sistemi di processamento dei dati e trasferimento delle informazioni** utili ai lavoratori (**algoritmi di Intelligenza Artificiale**)



*Sistema di raccolta e analisi dei dati  
(fonte Berastegui, 2024)*

Con **Internet of Things** si intende comunemente una rete di oggetti (devices) interconnessi, attrezzati con tecnologie di riconoscimento capaci di interagire tra loro e/o verso i punti nodali di un sistema informatico dedicato che li governa

# Innovazione tecnologica e Intelligenza Artificiale



# Soluzioni AI per la sicurezza

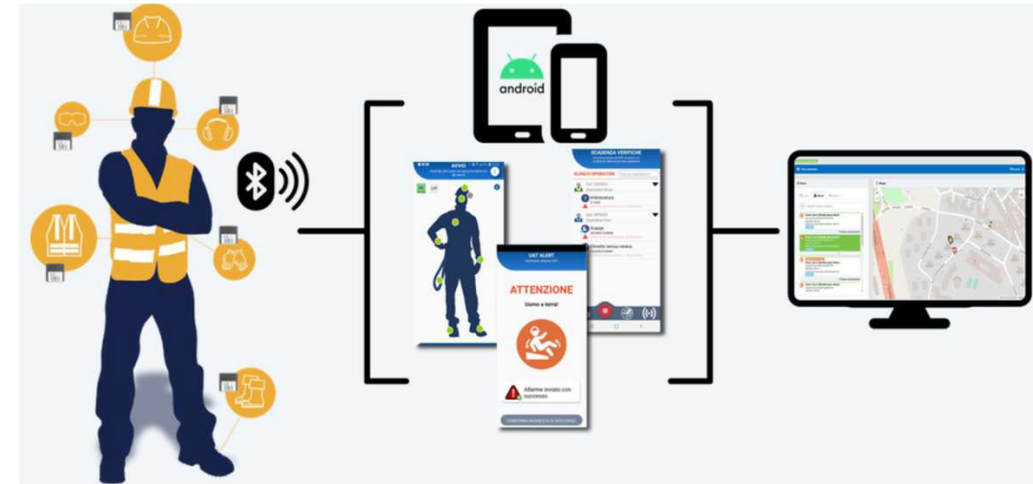
Possibili strumenti e soluzioni per la sicurezza basati sull'intelligenza artificiale:

- ✓ **Dispositivi di Protezione Individuali intelligenti (smart DPI)**
- ✓ **Sistemi basati sulla Realtà Virtuale e sulla Computer Vision**
- ✓ **Droni e i veicoli aerei senza pilota**
- ✓ **alcune tipologie di esoscheletro che utilizzano le reti neurali**



Esempi di **smart DPI** sono

- gli **stivali intelligenti** (che monitorano continuamente l'ambiente circostante l'operatore e rilevano condizioni non sicure, determinando segnalazioni in tempo reale o interventi che prevengono il rischio);
- **i caschi intelligenti** (dotati di una serie di sensori, tra cui GPS, RFID, UWB, AVM che sono in grado di monitorare la locazione dei lavoratori, la loro attività, l'ambiente circostante e la loro salute personale, oltre che la qualità dell'aria)



# Soluzioni AI per la sicurezza

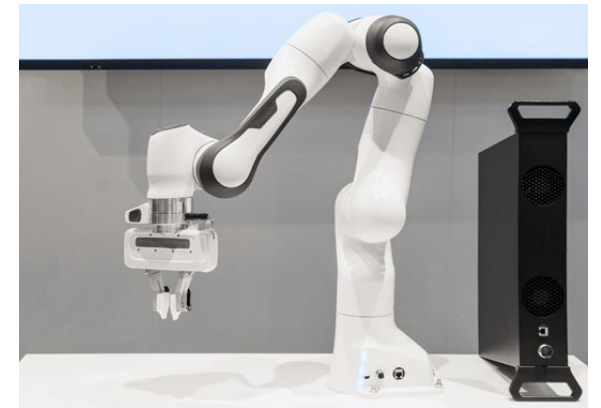
Possibili strumenti e soluzioni per la sicurezza basati sull'intelligenza artificiale:

- ✓ **Dispositivi di Protezione Individuali intelligenti (smart DPI)**
- ✓ **Sistemi basati sulla Realtà Virtuale e sulla Computer Vision**
- ✓ **Droni e i veicoli aerei senza pilota**
- ✓ **Alcune tipologie di esoscheletro che utilizzano le reti neurali**

Un esempio di utilizzo della **Computer Vision** è il monitoraggio dei lavoratori attraverso **camere termiche** e **l'identificazione di potenziali rischi, quali lo stress microclimatico**.

I **droni** sono utili per fare ispezioni e **interventi di manutenzione** diretta, riducendo il rischio di effetti negativi dovuti allo sforzo fisico o all'esposizione a condizioni climatiche e ambientali avverse.

I **robot collaborativi (cobot) ed esoscheletri** sono capaci di fornire un supporto fisico avanzato, prevenendo infortuni e mitigando lo stress causato dal **sollevamento ripetuto di carichi pesanti**.



# AREE E CAMPI DI APPLICAZIONE DELL'AI

---

Le tecnologie appartenenti all'AI trovano applicazione in diverse aree:

- **la gestione di macchine e di processi produttivi,**
- **la movimentazione e lo stoccaggio dei materiali,**
- **la gestione e formazione dei lavoratori e la loro sicurezza.**

Le principali aree di applicazione dell'AI in relazione al positivo impatto sulla sicurezza sul lavoro sono:

- **Monitoraggio in Tempo Reale** (sensori avanzati e sistemi di visione artificiale)
- **Previsione degli Infortuni** (sensori ed elaborazione dati storici)
- **Formazione Personalizzata** (realtà virtuale + AI per formazione immersiva)
- **Manutenzione Predittiva** (sensori integrati nei macchinari ed elaborazione con AI)
- **Comunicazione e Risposta alle Emergenze** (AI fornisce indicazioni ai lavoratori e soccorritori in caso di emergenza)

# AREE E CAMPI DI APPLICAZIONE DELL'AI

L'adozione di tecnologie basate sull'AI sta trasformando il modo in cui le aziende affrontano la **PREVENZIONE DEGLI INFORTUNI**, offrendo strumenti più precisi ed efficienti per proteggere i lavoratori



Ad esempio:  
**ANALISI e MAPPATURA DEI NEAR MISS**

**ELABORAZIONE DATI DI MANCATI INFORTUNI PER GENERARE STRUMENTI DI PREVISIONE DEGLI EVENTI INCIDENTALI**

 *Ricerca in corso da parte del gruppo di ricerca del DIN*

A titolo di esempio si cita:

- la piattaforma di AI che raccoglie dati dai **sensori indossabili dei lavoratori per prevedere infortuni legati a movimenti ripetitivi e posture scorrette**,
- il sistema di analisi predittiva che valuta i dati **storici degli incidenti e identifica i potenziali pericoli**, permettendo alle aziende di adottare misure preventive mirate.

Analisi mensile e annuale della sicurezza



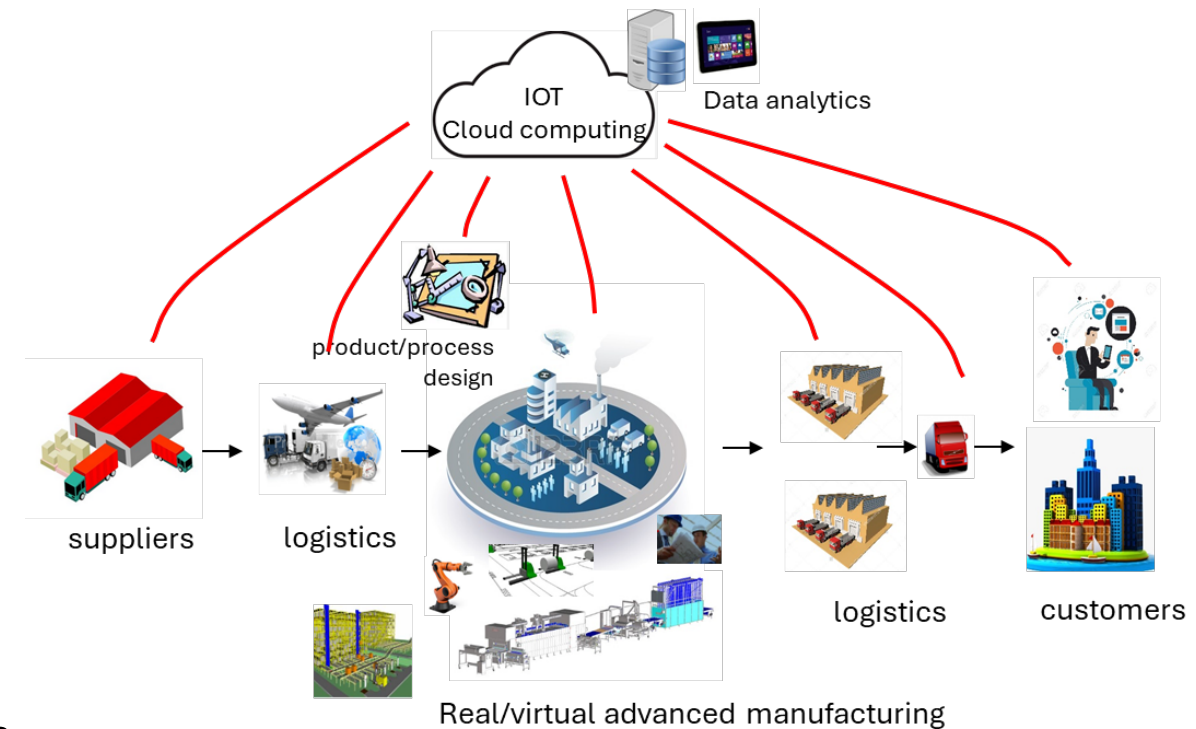
# Ambiti di applicazione di AI per la sicurezza

Alcuni ambiti di applicazione delle tecnologie innovative, digitali e basate su AI per la sicurezza riguardano:

- **LOGISTICA**
- **AMBIENTI CONFINATI**

## - **LOGISTICA**

Uno degli ambiti più importanti di applicazione dell'Intelligenza Artificiale riguarda la logistica e la gestione della supply chain, portando alla nascita **della logistica 4.0**, definita come una **nuova era che vede le aziende utilizzare tecnologie avanzate come l'Internet of Things, l'intelligenza artificiale, la blockchain e la robotica** per ottimizzare la gestione della supply chain e la movimentazione delle merci



# Ambiti di applicazione di AI per la sicurezza

## - LOGISTICA: ALCUNI DATI STATISTICI

### DENUNCE DI INFORTUNIO E CASI MORTALI PER IL SETTORE DEI TRASPORTI E MAGAZZINAGGIO PER DIVISIONE ATECO E ANNO EVENTO

Infortunati in complesso					
Divisione Ateco 2007	2016	2017	2018	2019	2020
trasporto terrestre e trasporto mediante condotte	17.846	18.153	17.195	16.367	12.384
trasporti marittimi e per vie d'acqua	189	149	167	188	99
trasporto aereo	435	484	428	412	137
magazzinaggio e attività di supporto ai trasporti	15.884	15.633	14.777	14.152	9.107
servizi postali e attività di corriere	8.707	8.583	8.645	8.332	7.527
<b>trasporti e magazzinaggio</b>	<b>43.061</b>	<b>43.002</b>	<b>41.212</b>	<b>39.451</b>	<b>29.254</b>

Casi mortali					
Divisione Ateco 2007	2016	2017	2018	2019	2020
trasporto terrestre e trasporto mediante condotte	96	104	117	88	120
trasporti marittimi e per vie d'acqua	-	-	-	-	1
trasporto aereo	-	-	1	-	-
magazzinaggio e attività di supporto ai trasporti	33	22	32	23	19
servizi postali e attività di corriere	5	10	9	6	25
<b>trasporti e magazzinaggio</b>	<b>134</b>	<b>136</b>	<b>159</b>	<b>117</b>	<b>165</b>

Fonte: Banca Dati Statistica, dati aggiornati al 30.04.2021

Incidenti, fattori di rischio e attività lavorative che hanno determinato incidenti durante le attività di stoccaggio		
	Trasporto e stoccaggio (90 casi)	Commercio e vendita (21 casi)
<b>Incidenti</b>		
contatto con oggetti in movimento o veicoli	23%	24%
variazione della velocità o ribaltamento del veicolo	23%	10%
caduta di oggetti dall'alto	21%	14%
caduta di lavoratori dall'alto	14%	38%
<b>Fattori di rischio</b>		
carrelli industriali	80%	71%
lavori in altezza	4%	10%
<b>Attività lavorativa</b>		
Movimentazione materiali	70%	43%
Movimentazione manuale materiali	11%	24%
Trasporto	11%	24%

*Statistiche infortuni e casi mortali per trasporto e magazzinaggio (fonte INAIL e Botti et al., 2022)*

## - LOGISTICA: ALCUNI DATI STATISTICI

### **Incidente all'interporto Bologna: morto operaio di 22 anni, si indaga sui datori di lavoro**

Ricostruita l'intera organizzazione relativa alla sera in cui Yaya Yafa è rimasto schiacciato da un tir. L'inchiesta è giunta a una svolta

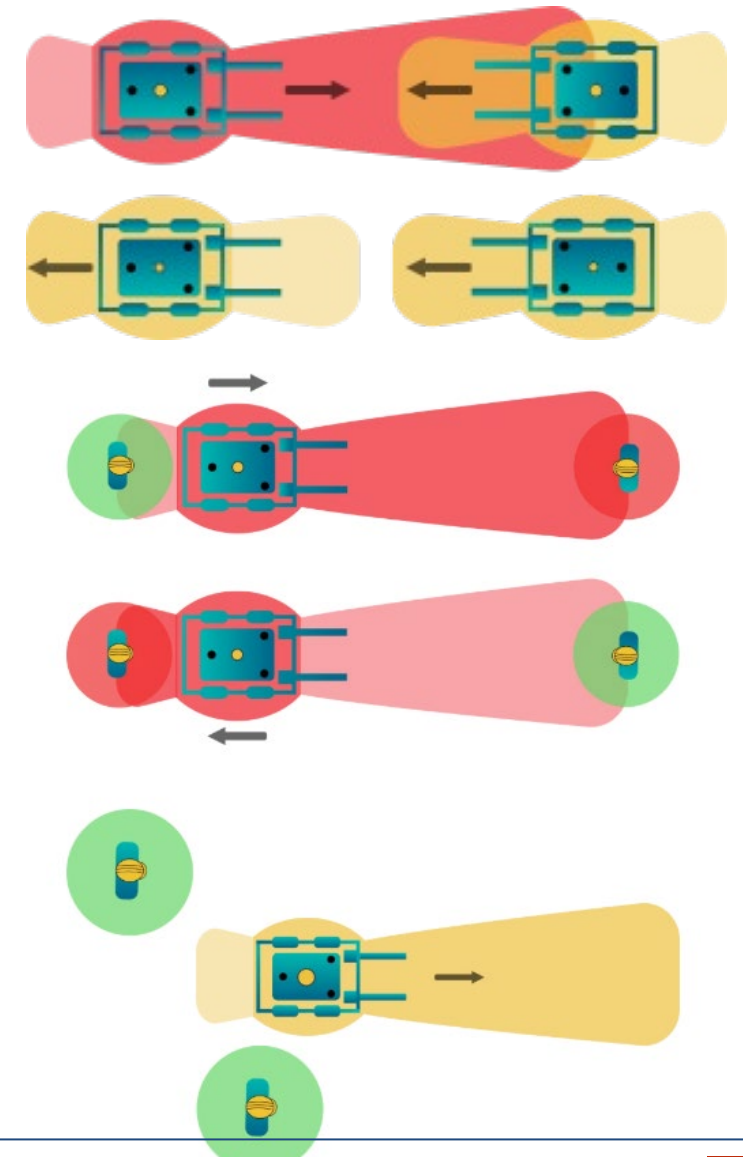
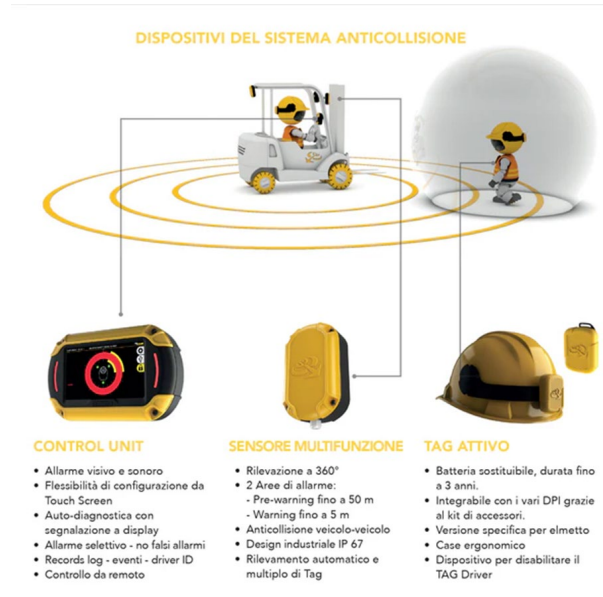
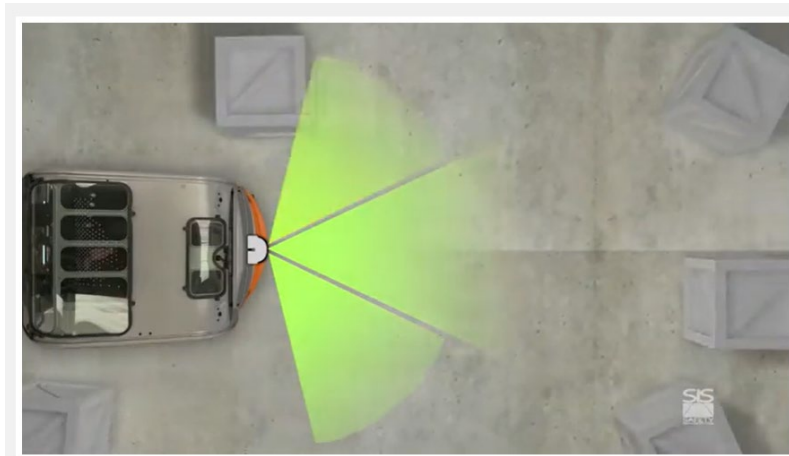


Yaya Yafa aveva appena 22 anni

# Ambiti di applicazione di AI per la sicurezza

## - LOGISTICA: ALCUNE SOLUZIONI

videosorveglianza intelligente  
sensori di prossimità  
sistemi di anticollisione



# Ambiti di applicazione di AI per la sicurezza

## - AMBIENTI CONFINATI

Data la molteplicità di infortuni spesso mortali che accadono ogni anno in tali luoghi, si considera prioritario lavorare sulla **riduzione del rischio con l'impiego di tecnologie “no man entry”** che consentono di svolgere l'attività richiesta (i.e. manutenzione, pulizia, controllo, ...) senza prevedere l'ingresso dell'operatore.



Anche in questo caso può risultare estremamente utile l'impiego dell'AI per:

- **il monitoraggio e il controllo della strumentazione a distanza**
- **la raccolta e successiva rielaborazione di dati utili per svolgere analisi**
- **istruire al meglio le attrezzature allo svolgimento dei compiti mediante algoritmi di machine learning**

# Strumenti e soluzioni tecnologiche per la sicurezza

In questo contesto è necessario diffondere la cultura della sicurezza, la conoscenza di **potenziali soluzioni** e strumenti per la riduzione dei rischi e sfruttare le **potenzialità dell'AI** per la prevenzione dei rischi

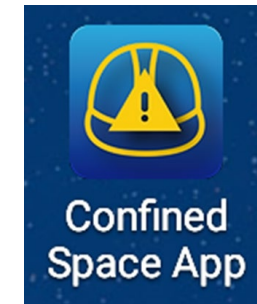
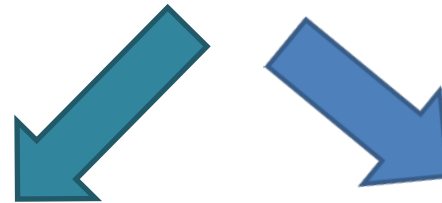
Il **Dipartimento di Ingegneria industriale dell'Università di Bologna**:

- Sta lavorando sullo *sviluppo di sistemi basati su AI per la prevenzione dei rischi* (analisi storica infortuni dovuti al MICROCLIMA per la previsione degli infortuni e analisi dei NEAR MISS per lo sviluppo di un MODELLO PREDITTIVO dei rischi)
- ha introdotto *due strumenti di prevenzione e diffusione* di soluzioni tecnologiche innovative:

[ *bancadellesoluzioni* ]

E' un database di **SOLUZIONI TECNICHE** per:

- Evitare l'ingresso degli operatori negli ambienti confinati
- Eliminare o supportare la movimentazione manuale dei carichi
- Individuare soluzioni per la riduzione del discomfort degli operatori in condizioni microclimatiche severe
- Ridurre o eliminare i rischi del comparto LOGISTICA



E' uno strumento per **devices mobili**, con lo scopo di avvertire i lavoratori relativamente alla **probabilità di essere di fronte ad un ambiente confinato** o sospetto d'inquinamento

# Strumenti e soluzioni tecnologiche per la sicurezza

---

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE DELL'UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

PROGETTO

[ **bancadelle**soluzioni ]

PARENTESI MAI SOSPESE

Soluzioni tecnologiche per l'eliminazione o la riduzione del rischio

per gli *ambienti confinati*, per il *sovraccarico biomeccanico*, per il *microclima* e per la *logistica*



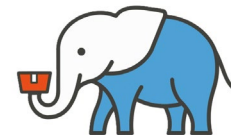
**Ambienti Confinati**  
il genio delle soluzioni



**Ergonomia**  
il rischio prende il volo



**Microclima**  
fiorisce il benessere



**Logistica**  
il rischio si solleva



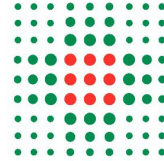
ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

# Strumenti e soluzioni tecnologiche per la sicurezza

Il Progetto “**Banca delle Soluzioni**” nasce nel Marzo 2014 dalla collaborazione tra



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA  
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE  
EMILIA-ROMAGNA  
Azienda Unità Sanitaria Locale di Bologna

Istituto delle Scienze Neurologiche  
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

con lo scopo di individuare **SOLUZIONI TECNICHE e TECNOLOGICHE** in grado di eliminare, ridurre o limitare il rischio in condizioni lavorative particolarmente critiche per la salute e la sicurezza dei lavoratori.

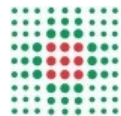
*Il Progetto è stato realizzato e continua ad essere supportato attraverso il finanziamento della **Regione Emilia Romagna** all'AUSL di Bologna su fondi sanzioni D.Lgs. 758.*



COSTRUIAMO  
**SALUTE**  
IL PIANO DELLA PREVENZIONE 2021-2025  
DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA



**INAIL**  
Direzione Regionale  
Emilia Romagna



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE  
EMILIA-ROMAGNA  
Azienda Unità Sanitaria Locale della Romagna



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE  
EMILIA-ROMAGNA  
Azienda Unità Sanitaria Locale di Parma



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE  
EMILIA-ROMAGNA  
Azienda Unità Sanitaria Locale di Reggio Emilia

Bologna, 25 maggio 2026

Prof.ssa Cristina Mora



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE  
EMILIA-ROMAGNA  
Azienda Unità Sanitaria Locale di Modena

Il Progetto è visibile al link:  
<http://www.bancadellesoluzioni.org>



*Bologna, 25 maggio 2026*

*Prof.ssa Cristina Mora*

## Safety Engineering

Department of Industrial Engineering - University of Bologna



### BANCA DELLE SOLUZIONI

La Banca delle Soluzioni è il frutto della stretta collaborazione con il Servizio di Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro (SPSAL) delle Aziende Unità Sanitarie Locali della Regione Emilia Romagna (AUSL), oltre a Direzione Territoriale del Lavoro di Bologna, Vigili del Fuoco dell'Emilia Romagna, Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bologna e INAIL Settore Ricerca Certificazione e Verifica. Tale collaborazione nasce all'interno del progetto Banca delle Soluzioni, finanziato da AUSL Bologna, allo scopo di analizzare le condizioni di salute e sicurezza in cui vengono svolte le attività lavorative in diversi settori e comparti. Il risultato è la realizzazione di un documento informativo destinato alla divulgazione, per indirizzare le aziende verso l'introduzione di soluzioni automatiche e non, in grado di sostituire o coadiuvare l'operatore durante le attività rischiose e di migliorarne le condizioni di lavoro.

Il progetto è stato sviluppato a partire dal 2014 considerando, inizialmente, la riduzione dei rischi in ambienti confinati e dei rischi da sovraccarico biomeccanico e mancata ergonomia, nell'ambito di attività di movimentazione manuale dei carichi, movimenti ripetitivi degli arti superiori e posture di lavoro. Nel 2021 il progetto si è aperto all'inserimento del rischio Microclima, considerando soluzioni tecniche e tecnologiche per la misurazione delle condizioni microclimatiche di lavoro degli operatori e per il loro miglioramento. La Banca delle Soluzioni vuole anche essere uno strumento aperto ad eventuali ampliamenti verso ulteriori condizioni di rischio sul lavoro.



[ [bancadellesoluzioni](#) ]

PARENTESI MAI SOSPESE

L'obiettivo del Progetto è di fornire un utile strumento alle aziende per conoscere lo stato dell'arte in merito al grado di sviluppo tecnologico di strumenti idonei ad eliminare i rischi alla fonte o a ridurli al minimo, secondo quanto dettato dal D.Lgs 81/2008. Le finalità della Banca delle Soluzioni NON sono pertanto in alcun modo commerciali.

# La Banca delle Soluzioni

- ALCUNE SOLUZIONI DI INNOVAZIONE TECNOLOGICA, DIGITALE E AI inserite nella BANCA DELLE SOLUZIONI:

## Ambienti confinati

No man entry | Condotte, reti fognarie, cunicoli tecnologici



### Dispositivo per le video ispezioni subacquee in condotte e reti fognarie



#### Utilizzo

Ispezione subacquea delle condizioni interne delle condotte e delle reti fognarie.

#### Posizione dell'operatore

Esterno.

#### Dimensione del serbatoio/condotta/cunicolo

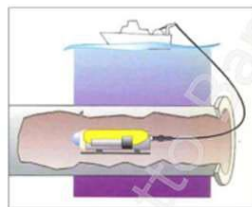
Condizioni di operatività di un dispositivo generico:

Diametri condotte: da 450 fino a 2200 mm.

Punto di accesso: diametro minimo 450 mm.

Livello acqua: da 1/3 a pieno.

Lunghezza video ispezione: fino a 1500m.



#### Metodo

Il sistema riesce a realizzare un'ispezione di tipo multi-sensor, navigando all'interno della condotta. Il dispositivo è dotato di sensore sonar, inoltre è in grado di catturare immagini video e realizzare una profilazione scanner della condotta piena.

#### Caratteristiche di mobilità

Sistema mobile, non-climbing.

#### Caratteristiche di esplosività

Non disponibile.

[ [bancadellesoluzioni](http://bancadellesoluzioni.it) ]

Per avere informazioni su come trovare questa soluzione, visita il sito [www.bancadellesoluzioni.it](http://www.bancadellesoluzioni.it)  
CONOSCI O PRODUCI ALTRE SOLUZIONI COME QUESTA? SCRIVI A [info@bancadellesoluzioni.it](mailto:info@bancadellesoluzioni.it)  
Grafica realizzata il 15/10/2020 e aggiornata il 21/02/2023

No man entry | Condotte, reti fognarie, cunicoli tecnologici



### Sistemi periscopici per ispezioni visive computerizzate



#### Utilizzo

Ispezioni di condotte per verificare lo stato delle tubazioni danneggiate e individuare condizioni generali, punti danneggiati, natura del danno e altre informazioni utili alla programmazione di un successivo intervento di manutenzione.

#### Posizione dell'operatore

Esterno.

#### Dimensione del serbatoio/condotta/cunicolo

Qualsiasi diametro minimo che consenta l'ingresso del dispositivo.

Autonomia di lavoro: 3 ore continue.



#### Metodo

Questi sistemi si prestano all'ispezione di pozzetti, vasche e serbatoi, consentendo il controllo di cavità non altrimenti accessibili. La video ispezione è controllata in remoto e può avvenire mediante telecamera rotante filoguidata, la quale cattura le immagini ad alta definizione direttamente all'interno della condotta. L'impiego di sonde, generatori e rilevatori di campi elettromagnetici consente un servizio di rilevamento di tubazioni metalliche e non. I dati rilevati possono essere raccolti e visualizzati su documenti audiovisivi e cartografici, permettendo così di creare banche dati per la gestione degli interventi. Lo spostamento della navicella nelle tubazioni avviene con sistema di avanzamento a spinta o motorizzato.

#### Caratteristiche di mobilità

Sistema mobile, non-climbing.

#### Caratteristiche di esplosività

Alcuni dispositivi sono certificati Explosion Proof, abilitati a lavorare in ambienti saturi di vapori infiammabili ed esplosivi.

[ [bancadellesoluzioni](http://bancadellesoluzioni.it) ]

Per avere informazioni su come trovare questa soluzione, visita il sito [www.bancadellesoluzioni.it](http://www.bancadellesoluzioni.it)  
CONOSCI O PRODUCI ALTRE SOLUZIONI COME QUESTA? SCRIVI A [info@bancadellesoluzioni.it](mailto:info@bancadellesoluzioni.it)  
Schermata creata il 15/10/2020 e aggiornata il 21/02/2023



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

## Ambienti confinati

No man entry | Attività di scavo



### Microtunneling teleguidato con talpa

#### Utilizzo

Realizzazione di canalizzazioni sotterranee e posa di reti fognarie.

#### Posizione dell'operatore

Esterno.

#### Dimensione del serbatoio/condotto/cunicolo

Adatto per la realizzazione di condotte per la rete fognaria.



#### Metodo

Tecnologia no dig. Testa perforante e asse muovono entrambi in modo rotatorio. La posa delle condotte avviene attraverso un unico pozzo di spinta. La traiettoria è controllata elettronicamente.

#### Caratteristiche di mobilità

Sistema fisso, non-climbing.

#### Caratteristiche di esplosività

Non disponibile.

No man entry | Cisterne e serbatoi



### Drone per l'ispezione di ambienti confinati



#### Utilizzo

Ispezione delle condizioni interne delle condotte e delle reti fognarie.

#### Posizione dell'operatore

Esterno.

#### Dimensione del serbatoio/cisterna

Variabili in funzione del dispositivo utilizzato.



#### Metodo

Il dispositivo è costituito da un veicolo radiocomandato derivato dall'ambito militare e utilizzato per diverse applicazioni in campo civile e industriale. Il drone è in grado di raggiungere posizioni di osservazione privilegiate o difficilmente raggiungibili, consentendo all'operatore di svolgere le ispezioni a distanza e senza compromettere la propria sicurezza. Grazie al drone è possibile compiere ispezioni visive di condotte o altri ambienti di difficile accesso. La gabbia consente di urtare pareti senza il rischio di rompersi e senza modificare la traiettoria del drone, specialmente in ambienti bui. Il dispositivo è in grado simultaneamente di registrare e trasmettere a terra immagini in HD ed IR. Le luci LED consentono di operare in ambienti totalmente privi di illuminazione. La gabbia della macchina in figura ha un diametro di 42cm che consente l'ingresso nei più comuni passi d'uomo.

Gli ambienti in cui questo strumento viene principalmente utilizzato sono le cisterne ed i serbatoi industriali, può essere utilizzato anche per ambienti confinati all'interno di navi, silos, condotte, reti fognarie e tubazioni in genere.

#### Caratteristiche di mobilità

Sistema mobile, non-climbing.

#### Stato della cisterna

Out-of-service.

#### Caratteristiche di esplosività

Non ATEX.

[ [bancadellesoluzioni](http://bancadellesoluzioni.it) ]

Per avere informazioni su come trovare questa soluzione, visita il sito [www.bancadellesoluzioni.org](http://www.bancadellesoluzioni.org)  
CONOSCI O PRODUCI ALTRE SOLUZIONI COME QUESTA? SCRIVI A [info.safetyengineering@bunba.it](mailto:info.safetyengineering@bunba.it)  
Scheda creata il 15/10/2014 e aggiornata il 01/05/2023

[ [bancadellesoluzioni](http://bancadellesoluzioni.it) ]

Per avere informazioni su come trovare questa soluzione, visita il sito [www.bancadellesoluzioni.org](http://www.bancadellesoluzioni.org)  
CONOSCI O PRODUCI ALTRE SOLUZIONI COME QUESTA? SCRIVI A [info.safetyengineering@bunba.it](mailto:info.safetyengineering@bunba.it)  
Scheda creata il 15/10/2020 e aggiornata il 21/02/2023



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



### Stazioni di assemblaggio assistite

#### Descrizione

Assemblaggio di componenti.

#### Modalità d'uso

La postazione di lavoro intelligente integra diverse funzionalità progettate per ottimizzare l'efficienza operativa e facilitare l'interazione tra operatori e macchine. Utilizzando la tecnologia RFID, essa identifica automaticamente i pezzi in arrivo e carica i dati necessari per la produzione, fornendo assistenza continua durante il montaggio tramite proiezioni visive e istruzioni live. I sistemi poka-yoke garantiscono un uso corretto degli strumenti e blocchi in caso di errori, monitorando anche i parametri di qualità in tempo reale per una risposta immediata a deviazioni. Questa postazione si riconfigura in base all'altezza e alle esigenze fisiche degli operatori, migliorando comfort e sicurezza, mentre la flessibilità degli strumenti hardware integrabili e la collaborazione con robot consentono un adattamento continuo alle necessità produttive.

#### Caratteristiche tecniche

Sistemi progettabili in base alle esigenze di produzione. Equipaggiati con videocamere 3D per la lettura dei movimenti delle mani dell'operatore e sistemi RFID per identificare i componenti da assemblare. La postazione è progettata per lavorare in sinergia con robot collaborativi, migliorando l'efficienza e la produttività nel processo di assemblaggio. La soluzione è scalabile, permettendo l'aggiunta di moduli o funzionalità in base all'evoluzione delle necessità operative.

#### Costo

Non disponibile.



# La Banca delle Soluzioni

- Microclima
  - Sistemi di protezione collettiva (kit IOT)

Dispositivi di monitoraggio | Monitoraggio e misurazione microclima



#### Descrizione

Registrare e controllare i parametri ambientali in tempo reale per poterne correggere le eventuali anomalie e migliorare la qualità ambientale in ambienti moderati, limitando le inefficienze energetiche.



#### Modalità d'uso

Sistemi integrati per la gestione dell'intera filiera dei dati (software, hardware e cloud), caratterizzati da centralina di controllo, Sensori Wireless, Gateway, Cloud e Web Dashboard. I dati elaborati vengono restituiti all'utente sotto forma di applicazione con cui l'operatore può modificare i parametri in tempo reale. In base all'applicazione viene selezionato un protocollo di raccolta dati che consente la rilevazione dei dati ottimale.

#### Vantaggi

- Soluzione scalabile e personalizzabile
- Installazione e manutenzione possono essere effettuate dal cliente (plug and play)
- Assenza di infrastrutture e cablaggio
- Raccolta dati in tempo reale

#### Svantaggi

- Algoritmi per l'ottimizzazione dei dati vengono sviluppati sulla base del singolo scenario e pertanto sono esclusi dalla fornitura base.

#### Caratteristiche tecniche

Essendo strumenti personalizzati, le caratteristiche tecniche subiscono delle variazioni. Durata dei sensori: 5-10anni. Grado di protezione: IP67. Frequenza di raccolta dati: completamente personalizzabile in base al protocollo di raccolta dati. Trasmissione dati: WiFi / 4G. Storizzazione dei dati: cloud o offline fino a 2gb. Temperatura di esercizio varia in base alla sonda nell'intervallo: -20 / + 65°C. Range di umidità varia in base alla sonda: 0 / 95%.

#### Manutenzione

Sostituzione delle pile dei sensori

#### Conformità alle norme

Gateway certificato CE

#### Costo

Acquisto 1.500-2000€ centralina con 10 sensori ambientali/energetici a scelta  
cloud 50-60€ al mese  
Installazione 450€ al giorno  
Manutenzione straordinaria 450€ al giorno

[ [bancadellesoluzioni](http://bancadellesoluzioni.it) ]

Per avere informazioni o creare il vostro spazio culturale, visitate il sito [www.bancadellesoluzioni.it](http://www.bancadellesoluzioni.it)  
CONSIGLIO PRODOTTI ALTRI SOLUZIONI COME QUESTE? SCRIVETE A [info@bancadellesoluzioni.it](mailto:info@bancadellesoluzioni.it)  
Ultimo controllo 14/04/2022 e aggiornato il 12/05/2024



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

## - Dispositivi di protezione individuale

Dispositivi di misurazione | Dispositivi portatili



### Rilevatore portatile monogas



#### Utilizzo

Dispositivi portatili per il rilevamento di un gas a scelta tra ossigeno, gas infiammabili e tossici.

#### Modalità operative

Diffusione per il monitoraggio della zona di respirazione dell'operatore dopo l'ingresso.

#### Posizione dell'operatore

Esterno.



#### Modalità d'uso

Dispositivi di protezione individuale (DPI) progettati per garantire la sicurezza del personale rispetto a un gas pericoloso, monitorando in maniera continua la zona di respirazione dell'operatore sia fermo che in movimento.

#### Caratteristiche tecniche

Data la diversità delle applicazioni e dei pericoli, le caratteristiche dei dispositivi di rilevazione monogas possono variare in base al modello selezionato. Presenza di un display per verificare i livelli di gas in tempo reale, la carica della batteria e i giorni rimanenti fino alla successiva taratura. Grado di protezione da polvere e acqua: IP66-IP67-IP68. Registrazione dati: 25-50 eventi. Trasmissione dati: infrarossi o cavo USB. Batteria e sensori sostituibili con avviso di fine vita. Garanzia: 1-2 anni in base al sensore. Temperatura di esercizio: da -30/+20°C a +50/+55°C. Range di umidità: da 5-10% a 90-95% senza condensa. Allarme acustico 90-95db a 30cm. Allarme visivo: led colorati ultraluminosi e lampeggianti. Allarme vibrante standard. Alcuni dispositivi sono dotati di sensori per misurare gas particolari tra cui Fosfina, Fosgene, Acido cianidrico, Vapori organici, ecc.

#### Certificazione

Marcatura ATEX.

#### Costo

Circa 150-250 euro in base al sensore.

[bancadellesoluzioni]

Per avere informazioni su come trovare questa soluzione, visita il sito [www.bancadellesoluzioni.org](http://www.bancadellesoluzioni.org)  
CONOSCI O PRODUCI ALTRE SOLUZIONI COME QUESTA? SCRIVI A [info@bancadellesoluzioni.org](mailto:info@bancadellesoluzioni.org)  
Scheda creata il 15/10/2020 e aggiornata il 21/02/2023

Dispositivi di misurazione | Dispositivi portatili



### Rilevatore portatile multigas



#### Utilizzo

Dispositivi portatili per il rilevamento di ossigeno, gas infiammabili, tossici, composti organici volatili e radiazioni con la possibilità di configurare da 2 a 7 sensori.

#### Modalità operative

Campionamento per controllare la presenza di gas pericolosi pre ingresso e diffusione per il monitoraggio della zona di respirazione dell'operatore dopo l'ingresso.

#### Posizione dell'operatore

Esterno



#### Modalità d'uso

Dispositivi di protezione individuale (DPI) progettati per garantire la sicurezza del personale rispetto a gas pericolosi sia durante i controlli preaccesso (modalità campionamento) sia monitorando in maniera continua la zona di respirazione dell'operatore (modalità diffusione).

#### Caratteristiche tecniche

Data la diversità delle applicazioni e dei pericoli, le caratteristiche dei rivelatori portatili variano notevolmente. Presenza di un kit di campionamento manuale da montare sul dispositivo. Presenza di un display per verificare i livelli di gas in tempo reale, la carica della batteria e i giorni rimanenti fino alla successiva taratura. Grado di protezione: IP65-IP66-IP67-IP68. Registrazione dati: 50-200 ore. Trasmissione dati: infrarossi, bluetooth o cavo USB. Durata della batteria: 12-24 ore. Durata dei sensori: fino a 4 anni con avviso di fine vita. Garanzia: 1-3 anni in base al sensore. Temperatura di esercizio: da -40/+20°C a +50/+60°C. Range di umidità: da 5-15% a 90-95%. Allarme acustico 90-100db. Allarme visivo: led colorati ultraluminosi e lampeggianti. Allarme vibrante da standard a potente. Alcuni dispositivi prevedono la funzione con allarme uomo a terra e la custodia fluorescente per una migliore visibilità del dispositivo, altri la possibilità di effettuare il bump test senza accessori o gas di taratura.

#### Certificazione

Marcatura ATEX.

#### Costo

Circa 450-1.300 euro.

[bancadellesoluzioni]

Per avere informazioni su come trovare questa soluzione, visita il sito [www.bancadellesoluzioni.org](http://www.bancadellesoluzioni.org)  
CONOSCI O PRODUCI ALTRE SOLUZIONI COME QUESTA? SCRIVI A [info@bancadellesoluzioni.org](mailto:info@bancadellesoluzioni.org)  
Scheda creata il 15/10/2020 e aggiornata il 21/02/2023



Logistica | *Rischio Investimento*

### Sistemi anticollisione con telecamere AI per carrelli elevatori

#### Descrizione

Soluzione anticollisione basata su una o più telecamere installate sul mezzo con algoritmi di Intelligenza Artificiale (AI) integrati per rilevare pedoni e altri veicoli nelle aree operative del magazzino. Il sistema analizza in tempo reale il campo visivo, identifica la presenza di persone/mezzi e, in funzione di distanza/traiettoria e soglie configurate, genera avvisi in cabina (acustici/visivi) e, in alcune implementazioni, comandi di mitigazione (es. limitazione velocità o arresto). Riduce il rischio di investimento soprattutto in contesti con visibilità limitata.



#### Modalità d'uso

Si definiscono aree e scenari d'uso (corsie, incroci, varchi, baie) e si installano telecamere e unità di elaborazione a bordo dei mezzi, con una taratura funzionale in modo tale che siano posizionate correttamente. Durante l'uso, la telecamera monitora continuamente; quando l'AI classifica un pedone/mezzo in area di attenzione, il sistema attiva preallarmi e poi allarmi a severità crescente. Se prevista l'integrazione col veicolo, può ridurre la velocità o arrestare secondo le soglie impostate. È fondamentale la verifica periodica delle prestazioni, la gestione delle anomalie e la formazione del personale sui limiti della soluzione (falsi allarmi/mancati rilevamenti), oltre alla manutenzione periodica.

#### Caratteristiche tecniche

L'architettura tipica è composta da telecamera/e grandangolari (frontale, posteriore o 360°) e dall'unità di calcolo (on-board) con modelli AI per object detection/classificazione (pedoni, altri mezzi, talvolta ostacoli) e gestione di soglie/zone. L'interfaccia utente può prevedere buzzer, segnalazioni luminose e display in cabina. La registrazione di eventi (near-miss) permette di avere immagini utili in fase di analisi. Sistemi avanzati prevedono l'utilizzo anche di altri sensori, come i TAG indossati dai pedoni, al fine di migliorare la performance del sistema.

Costo  
INSERIRE

#### Vantaggi

- Non richiede che i pedoni indossino dispositivi per funzionare.
- Adattabile su tutti i veicoli esistenti e scalabile.
- Può abilitare mitigazioni automatiche (rallentamento/stop) dove tecnicamente integrabile.
- Possibilità di analisi near-miss e miglioramento organizzativo.
- Non soggetto alle interferenze di strutture metalliche

#### Svantaggi

- Prestazioni sensibili a condizioni ambientali (polvere, sporco lente, controllo/abbagliamento, vibrazioni).
- Limite di accuratezza del sistema (falsi positivi, falsi negativi).
- Possibili allarmi frequenti se soglie troppo conservative
- Integrazioni con comandi veicolo possono richiedere validazioni tecniche.

[ [bancadellesoluzioni](#) ]

Per avere informazioni su come trovare queste soluzioni, visita il sito [www.bancadellesoluzioni.com](http://www.bancadellesoluzioni.com)  
CONDUCI O PRODUCI ALTRE SOLUZIONI COME QUESTA? SCRIVI A [info@bancadellesoluzioni.com](mailto:info@bancadellesoluzioni.com)  
Soluzione valida 31/12/2025

Logistica | *Rischio Investimento*

### Sistemi anticollisione con sensori di prossimità per carrelli elevatori

#### Descrizione

Soluzione anticollisione per mezzi da magazzino basata su sensori installati sul veicolo (radar, LiDAR/laser scanner o ultrasuoni). Il sistema sorveglia in continuo le aree critiche attorno al mezzo (tipicamente fronte e/o retro, con focus sulla retromarcia e sugli incroci) e, quando rileva pedoni o ostacoli entro zone configurabili, genera avvisi al conducente (acustici/visivi) e può attivare funzioni di mitigazione sul mezzo (es. limitazione velocità o arresto) in base alla logica impostata. Riduce l'esposizione al rischio di investimento/urto nelle aree a traffico misto tipiche del magazzino.



#### Modalità d'uso

I sensori vengono montati sul veicolo in base all'area critica che si vuole mantenere controllata. Si definiscono inoltre zone di rilevamento (preallarme/allarme), soglie e logiche in funzione di velocità, direzione e manovra (es. in retromarcia zona più "aggressiva"). Se previsto, si integra l'uscita della centralina con I/O o rete del veicolo per attuazioni (limitazione velocità, arresto). Quando un pedone/ostacolo entra nella zona di attenzione, il conducente riceve un preavviso; se la condizione persiste o si riduce la distanza, l'allarme aumenta e può attivarsi la mitigazione automatica. Sono fondamentali la verifica periodica delle prestazioni, la manutenzione dei sensori, la gestione delle anomalie e la formazione del personale sui limiti della soluzione (falsi allarmi/mancati rilevamenti). Al fine di migliorare la capacità di rilevamento di possono aggiungere nei sistemi ibridi dei TAG indossabili dai pedoni.

#### Caratteristiche tecniche

L'architettura tipica è composta da sensori di prossimità che si possono basare su tecnologia radar o LiDAR o ad ultrasuoni, dall'unità di bordo e da segnalatori in cabina (buzzer/LED/display). Le zone di rilevamento sono configurabili e spesso multi-livello (preallarme/allarme). Alcune soluzioni consentono copertura 360° con sensori multipli; altre sono specializzate su retro/angoli ciechi. È possibile il tracciamento di eventi (near-miss) per analisi. L'integrazione con il mezzo può essere solo di avviso oppure includere comandi di mitigazione (rallentamento/stop).

Costo  
INSERIRE

#### Vantaggi

- Non richiede che i pedoni indossino dispositivi.
- Utilizzabile anche per ostacoli non "taggabili" (pallet, scaffalature, mezzi fermi).
- Riduce urti in retromarcia e nelle manovre a bassa visibilità (angoli ciechi).
- Opzionale interblocco/rallentamento: mitigazione non solo "informativa".
- Tracciamento eventi utile per audit e analisi near-miss.

#### Svantaggi

- Possibili allarmi frequenti se soglie troppo conservative
- Integrazioni con comandi veicolo possono richiedere validazioni tecniche.
- Limiti di accuratezza del sistema che possono generare falsi positivi e/o mancati rilevamenti
- Investimento funzionale al numero di sensori installati e alla copertura richiesta

[ [bancadellesoluzioni](#) ]

Per avere informazioni su come trovare queste soluzioni, visita il sito [www.bancadellesoluzioni.com](http://www.bancadellesoluzioni.com)  
CONDUCI O PRODUCI ALTRE SOLUZIONI COME QUESTA? SCRIVI A [info@bancadellesoluzioni.com](mailto:info@bancadellesoluzioni.com)  
Soluzione valida 31/12/2025



## AI video analytics per il monitoraggio della sicurezza tramite telecamere fisse

### Descrizione

Soluzione basata su modelli di Computer Vision che ricevono video da telecamere fisse/CCTV esistenti e analizzano in continuo le immagini di magazzini, baie, incroci, corsie e aree di picking o spedizione. Il sistema riconosce intrusioni in zone interdette, interazioni pedone-mezzo, mancato uso dei dispositivi di protezione individuale (DPI), comportamenti non sicuri e near miss. La riduzione del rischio avviene rendendo visibili situazioni critiche che altrimenti resterebbero episodiche o non segnalate, con allarmi tempestivi ed evidenze storiche utili presentate in report e dashboard.



### Modalità d'uso

Si parte dalla verifica delle inquadrature disponibili e dal collegamento dei flussi video delle telecamere esistenti. Si definiscono poi scenari e regole di rilevazione, come zone interdette, aree pedonali, attraversamenti, requisiti DPI. In esercizio, il sistema analizza in continuo i flussi video, genera allarmi e storizza clip ed eventi. I dati raccolti vengono poi elaborati per produrre dashboard e report con analisi dei trend, distribuzione degli eventi e heatmap a supporto dell'individuazione delle cause ricorrenti. I preposti validano i casi rilevati e utilizzano tali evidenze per il monitoraggio dei near miss e definizione delle azioni correttive. Sono necessari controlli periodici su telecamere, rete, e accuratezza del sistema, oltre alla formazione del personale sui limiti della soluzione e sugli aspetti privacy. E' auspicata l'attuazione di un piano di comunicazione e condivisione che coinvolga i rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza, i lavoratori e le organizzazioni sindacali per mostrare le modalità d'uso e gli obiettivi di tale sistema.

### Caratteristiche tecniche

La soluzione si basa tipicamente su modelli di computer vision per rilevazione, classificazione e tracciamento di persone, mezzi e oggetti, applicati ai flussi di telecamere IP o CCTV esistenti. Il sistema può essere attivato su appliance locale, edge server o architettura cloud in funzione dei requisiti di latenza, privacy e connettività. È possibile configurare le regole che determinano gli eventi di rischio. Supporta l'elaborazione simultanea di più flussi video, con generazione di eventi correlati da metadati strutturati. Sono generalmente previste funzioni di archiviazione, esportazione dati e integrazione con piattaforme gestionali. A valle della rilevazione, i metadati degli eventi possono essere elaborati da moduli di analytics basati su modelli di machine learning per l'aggregazione temporale e spaziale delle occorrenze, l'identificazione di pattern ricorrenti, il confronto tra aree, turni o siti e il calcolo di KPI, successivamente restituiti in dashboard e report.

### Costo INSERIRE

#### Vantaggi

- Riutilizzo di telecamere esistenti, riducendo l'investimento hardware.
- Funzionamento continuativo su tutti i turni.
- Può far emergere cause di rischio altrimenti inosservate.
- Tracciabilità storica di eventi e near miss.

#### Svantaggi

- Prestazioni sensibili a condizioni ambientali (polvere, sporco, lente, controllo/abbigliamento, vibrazioni).
- Limite di accuratezza del sistema (falsi positivi, falsi negativi).
- Non elimina il rischio residuo: l'efficacia dipende da gestione degli alert e introduzione di azioni correttive.
- Possibili vincoli su privacy, conservazione dei dati video ed accettabilità organizzativa.

## Veicoli autonomi per la gestione delle manovre in piazzale

### Descrizione

Soluzione di automazione del piazzale basata su veicoli autonomi, sensoristica IoT, robotica e software di orchestrazione. È impiegata in aree operative controllate e chiuse come in piazzali logistici, hub distributivi, impianti industriali e terminal per automatizzare la movimentazione dei semirimorchi tra aree di sosta, stalli e baie. Il rischio mitigato riguarda soprattutto investimento, collisione e interazione pericolosa tra mezzi, pedoni e ostacoli, oltre all'esposizione dell'operatore durante manovre ripetitive e fasi di aggancio/sgancio. La riduzione del rischio avviene tramite percezione continua dell'ambiente, pianificazione automatica dei percorsi, controllo del mezzo e arresto in stato sicuro in caso di anomalia.



### Modalità d'uso

La soluzione richiede configurazione iniziale della flotta di mezzi autonomi, mappatura del piazzale, definizione delle aree operative e integrazione con i sistemi gestionali del sito. Le missioni vengono assegnate dal software di orchestrazione o dai sistemi di yard/terminal management. Il veicolo esegue in autonomia navigazione, accosto, movimentazione del rimorchio e, nelle configurazioni più avanzate, anche aggancio e sgancio. Durante il funzionamento monitora ostacoli, persone, altri mezzi, adattando il percorso o fermandosi in sicurezza. Restano necessari controlli su sensoristica, attuatori, connettività, aggiornamenti software, e procedure di emergenza.

### Caratteristiche tecniche

Sistema composto da veicolo per manovre di piazzale autonomo, dotato di sensori multipli (telecamere, radar, LIDAR, GPS o equivalenti), moduli di percezione ambientale, sistemi informatici di pianificazione del percorso e piattaforma software di fleet orchestration. Può operare in traffico misto, monitorare ostacoli statici e dinamici, gestire retromarce di precisione, accosti a baie e percorsi ripetitivi. È normalmente integrabile con sistemi di yard management, warehouse management o terminal operating system. Le configurazioni più evolute includono supervisione remota, diagnostica di sicurezza, e funzioni automatiche di aggancio/sgancio del semirimorchio.

### Costo INSERIRE

#### Vantaggi

- Riduzione dell'esposizione diretta degli operatori alle manovre di piazzale.
- Riduzione del rischio di collisione e investimento tramite monitoraggio continuo dell'area operativa.
- Aumento della prevedibilità dei flussi logistici.
- Maggiore tracciabilità delle attività di piazzale.
- Supporto operatività continuativa su più turni.

#### Svantaggi

- Richiede integrazione con processi, layout, regole di traffico e sistemi informativi del sito.
- Può richiedere adeguamenti infrastrutturali.
- Le prestazioni dipendono dalla complessità dell'ambiente operativo.
- Necessità di manutenzione specialistica e validazione periodica dei sistemi di sicurezza.

## Sistemi di movimentazione orizzontale con robot mobili autonomi

### Descrizione

Il sistema è costituito da robot mobili autonomi (AMR o AGV) incaricati della movimentazione orizzontale di colli e pallet all'interno di magazzini e aree logistiche. I robot si spostano su ruote seguendo una mappa digitale dell'ambiente e sono dotati di sensori per il rilevamento di ostacoli e persone, che consentono di adattare automaticamente traiettoria e velocità. La soluzione riduce l'esposizione dei lavoratori al traffico interno generato dai carrelli industriali tradizionali e alle operazioni di traino/spinta manuale, contribuendo a mitigare il rischio di investimento, urto e schiacciamento durante la movimentazione interna.



### Modalità d'uso

I robot sono programmati per eseguire missioni di trasporto tra postazioni di carico e scarico. L'addetto incaricato carica il materiale sull'unità di carico associata al robot (pallet, rack, sovrastruttura dedicata), seleziona o conferma la missione tramite interfaccia (pannello sul robot, tablet, PC) e avvia il ciclo di lavoro. Il robot si muove in autonomia lungo percorsi predefiniti o "liberi", regolando la marcia in funzione del traffico interno, dei limiti di velocità e delle aree vietate. La presenza di pulsanti di arresto e di logiche di sicurezza consente l'arresto immediato in caso di necessità. L'utilizzo richiede la definizione di procedure organizzative specifiche (regole di circolazione, percorsi dedicati o condivisi, priorità di passaggio, aree di carico/scarico) e la formazione dei lavoratori sui comportamenti sicuri in prossimità dei robot. Sono previste attività periodiche di controllo e manutenzione secondo il manuale del costruttore. È necessaria un'analisi preliminare dei requisiti dell'ambiente di lavoro o valutazione delle caratteristiche progettuali per nuove installazioni (layout, percorsi, interferenze con pedoni e altri mezzi, requisiti di pavimentazione e pendenze).

### Caratteristiche tecniche

Si muovono tramite trazione elettrica su ruote, alimentati a batteria ricaricabile (spesso con ricarica automatica in stazioni dedicate). La navigazione si basa sulla mappatura dell'ambiente (laser scanner, sensori 3D, marcatori, odometria) con capacità di localizzazione e pianificazione del percorso. La portata varia in funzione del modello (da poche centinaia di kg fino a diverse tonnellate). La dotazione di dispositivi di sicurezza include sensori anticollisione (laser di sicurezza, sensori di prossimità), sistemi di segnalazione visiva e acustica, pulsanti di arresto di emergenza, limitatori di velocità, eventuale segnaletica luminosa di proiezione a terra.

### Costo

INSERIRE RANGE DI COSTO (unitario del mezzo, infrastrutturali, integrazione/commissioning, formazione)

#### Vantaggi

- Riduzione del traffico di carrelli elevatori tradizionali.
- Diminuzione del rischio di investimento e dello sforzo fisico degli operatori nelle attività di movimentazione.
- Maggiore controllo dei flussi di materiale grazie a percorsi e missioni programmabili, con possibilità di monitorare e tracciare le movimentazioni.
- Flessibilità rispetto ai sistemi di trasporto vincolati
- Possibilità di ricarica automatica nei momenti di pausa.

#### Svantaggi

- Manutenzione da parte di personale specializzato.
- Formazione specifica per i lavoratori sul funzionamento, limiti e procedure di emergenza.
- Velocità operativa limitata, specialmente in contesti molto congestionati.
- Dipendenza da infrastrutture tecnologiche (rete wireless, sistemi di supervisione, stazioni di ricarica).
- Investimento iniziale significativo.

[ [bancadellesoluzioni](#) ]

Per avere informazioni su come trovare queste soluzioni, visita il sito [www.bancadellesoluzioni.com](http://www.bancadellesoluzioni.com)  
CONOSCI O PRODUCI ALTRE SOLUZIONI COME QUESTA? SCRIVI A [la.banca@bancadellesoluzioni.com](mailto:la.banca@bancadellesoluzioni.com)  
Settore: [www.311/72/2025](http://www.311/72/2025)

## Carrelli elevatori autonomi a guida automatica

### Descrizione

La soluzione consiste in carrelli elevatori autonomi, basati su robot mobili (AMR o AGV), in grado di prelevare, sollevare e movimentare pallet e unità di carico senza presenza costante del conducente a bordo. I carrelli operano in modalità automatica lungo percorsi predefiniti o dinamici all'interno di magazzini e aree produttive, effettuando operazioni di stoccaggio e prelievo a livello pavimento o in scaffalatura. La guida automatica e i sistemi di rilevamento ostacoli riducono l'esposizione dei lavoratori al traffico di carrelli elevatori tradizionali e alle manovre di sollevamento e deposito carichi, contribuendo a mitigare il rischio di investimento, schiacciamento e caduta del carico.



### Modalità d'uso

Le missioni di trasporto di questi robot vengono configurati mediante software di supervisione o interfaccia locale. L'addetto incaricato posiziona il carico nell'area di presa o autorizza il prelievo automatico, seleziona o conferma la missione e avvia il ciclo di lavoro. Il carrello esegue in autonomia le manovre di avvicinamento, prelievo, sollevamento, trasporto e deposito del carico, regolando velocità e traiettoria in base a vincoli di sicurezza e condizioni di traffico. È necessaria un'analisi preliminare dei requisiti dell'ambiente di lavoro o valutazione delle caratteristiche progettuali per nuove installazioni (layout, percorsi, interferenze con pedoni e altri mezzi, requisiti di pavimentazione e pendenze). Devono essere definite procedure organizzative che disciplinano percorsi, aree di interazione uomo-macchina, priorità di circolazione, aree di carico/scarico e modalità di intervento in caso di anomalia. È richiesta inoltre la formazione specifica dei lavoratori sui comportamenti sicuri in prossimità dei carrelli e sulle procedure di arresto di emergenza. Le attività di controllo e manutenzione vengono eseguite secondo le indicazioni del costruttore.

### Caratteristiche tecniche

I carrelli elevatori autonomi sono dotati di trazione elettrica e sistemi di sollevamento idraulico o elettroidraulico, con alimentazione a batteria ricaricabile (anche tramite stazioni di ricarica automatica). La navigazione si basa su mappatura dell'ambiente e sistemi di localizzazione (laser scanner di sicurezza, sensori 3D, marcatori, odometria). La portata varia in funzione del modello e può andare da alcune centinaia di chilogrammi a diverse tonnellate, con possibilità di operare a differenti altezze di sollevamento. La dotazione di sicurezza comprende sensori anticollisione, scanner laser con zone di sicurezza configurabili, sistemi di segnalazione visiva e acustica, pulsanti di arresto di emergenza e limitatori di velocità e altezza.

### Costo

INSERIRE RANGE DI COSTO (unitario del mezzo, infrastrutturali, integrazione/commissioning, formazione)

#### Vantaggi

- Riduzione del traffico di carrelli elevatori tradizionali.
- Migliore controllo del processo di stoccaggio e prelievo.
- Possibilità di ricarica automatica nei momenti di pausa.

#### Svantaggi

- Manutenzione da parte di personale specializzato.
- Richiesta di formazione specifica per i lavoratori su funzionamento, limiti e procedure di emergenza.
- Velocità operativa limitata, specialmente in contesti molto congestionati.
- Dipendenza da infrastrutture tecnologiche (rete wireless, sistemi di supervisione, stazioni di ricarica).
- Investimento iniziale significativo.

[ [bancadellesoluzioni](#) ]

Per avere informazioni su come trovare queste soluzioni, visita il sito [www.bancadellesoluzioni.com](http://www.bancadellesoluzioni.com)  
CONOSCI O PRODUCI ALTRE SOLUZIONI COME QUESTA? SCRIVI A [la.banca@bancadellesoluzioni.com](mailto:la.banca@bancadellesoluzioni.com)  
Settore: [www.311/72/2025](http://www.311/72/2025)



# Innovazione tecnologica e Intelligenza Artificiale

---

## POTENZIALITA', SFIDE APERTE, RISCHI ED USO RESPONSABILE DELL'AI

Oltre alle **opportunità e alle potenzialità** di riduzione dei rischi che l'innovazione tecnologica e l'uso dell'AI ci forniscono....

...Si richiama l'attenzione **all'uso responsabile dell'AI**, come ci ricorda il regolamento europeo sull'intelligenza artificiale entrato in vigore il 1° agosto 2024, che mira a promuovere lo sviluppo e la diffusione responsabili dell'intelligenza artificiale nell'UE, fornendo requisiti e obblighi chiari a sviluppatori e operatori per quanto riguarda gli usi specifici dell'AI.

Così come è importante tenere in considerazione:

- i potenziali impatti negativi dell'uso dell'AI negli ambienti di lavoro, come **problemi etici e di privacy nei confronti dei lavoratori.**
- **I potenziali rischi emergenti dall'uso di tecnologie innovative e AI** (*si richiama al Nuovo Regolamento Macchine e AI ACT*)



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

**Prof.ssa Cristina MORA**

[cristina.mora@unibo.it](mailto:cristina.mora@unibo.it)

Dipartimento di Ingegneria Industriale (DIN)

Viale del Risorgimento 2, Bologna

[safetyengineering.din.unibo.it/](http://safetyengineering.din.unibo.it/)

[bancadellesoluzioni.org](http://bancadellesoluzioni.org)

[din.safetyengineering@unibo.it](mailto:din.safetyengineering@unibo.it)