

# Introduzione all'IA nelle attività di costruzione e automazione

*Roberto Magnani*  
sr Consultant  
AEIT Milan counselor

20 Novembre 2024



# Che cosa analizzeremo oggi

## Panoramica dell'IA nell'industria delle costruzioni

Definizione e concetti base dell'IA

Impatto attuale e potenziale dell'IA nel settore delle costruzioni

## Droni equipaggiati con IA (pres. proff. M. Pasetto - G. Giacomello, Università di PD)

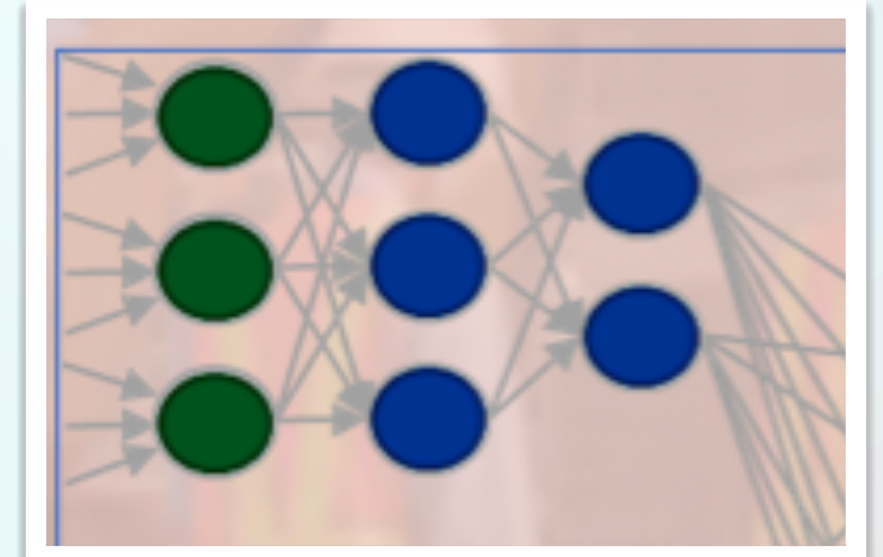
- Utilizzo dei droni per ispezioni e monitoraggio dei cantieri
- Tecnologie AI per l'analisi delle immagini e il rilevamento di problemi
- Vantaggi: aggiornamenti in tempo reale, sicurezza migliorata- Esempi pratici e discussione sulle normative

## Robot guidati dall'IA


Tipi di robot utilizzati nelle costruzioni

Applicazioni: muratura autonoma, legatura delle armature

Vantaggi in termini di produttività e sicurezza







Ogni riferimento a prodotti e procedure nel prosieguo della presentazione ha un puro scopo didattico e non costituisce in nessun modo una loro comparazione e ancor meno una promozione nell'uso professionale



# La definizione di IA dall'Unione Europea

- Le “intelligenze artificiali”

**Prima legge al mondo rilasciata  
sulle Intelligenze artificiali  
Basata sulla valutazione del  
rischio  
Promuove la tecnologia  
Protegge i cittadini**

## INTELLIGENZA ARTIFICIALE O SISTEMI DI IA

Si tratta di] sistemi software (ed eventualmente hardware) progettati dall'uomo che, dato un obiettivo complesso, agiscono nella dimensione fisica o digitale percependo il proprio ambiente attraverso l'acquisizione di dati, interpretando i dati strutturati o non strutturati raccolti, ragionando sulla conoscenza o elaborando le informazioni derivate da questi dati e decidendo le migliori azioni da intraprendere per raggiungere l'obiettivo dato.

I sistemi di IA possono usare regole simboliche o apprendere un modello numerico, e possono anche adattare il loro comportamento analizzando gli effetti che le loro azioni precedenti hanno avuto sull'ambiente.

Come disciplina scientifica, l'IA comprende diverse approcci diverse tecniche, come l'apprendimento automatico (di cui l'apprendimento profondo e l'apprendimento per rinforzo sono esempi specifici), il ragionamento meccanico (che include la pianificazione, la programmazione, la rappresentazione delle conoscenze e il ragionamento, la ricerca e l'ottimizzazione) e la robotica (che comprende il controllo, la percezione, i sensori e gli attuatori e l'integrazione di tutte le altre tecniche nei sistemi ciberfisici).

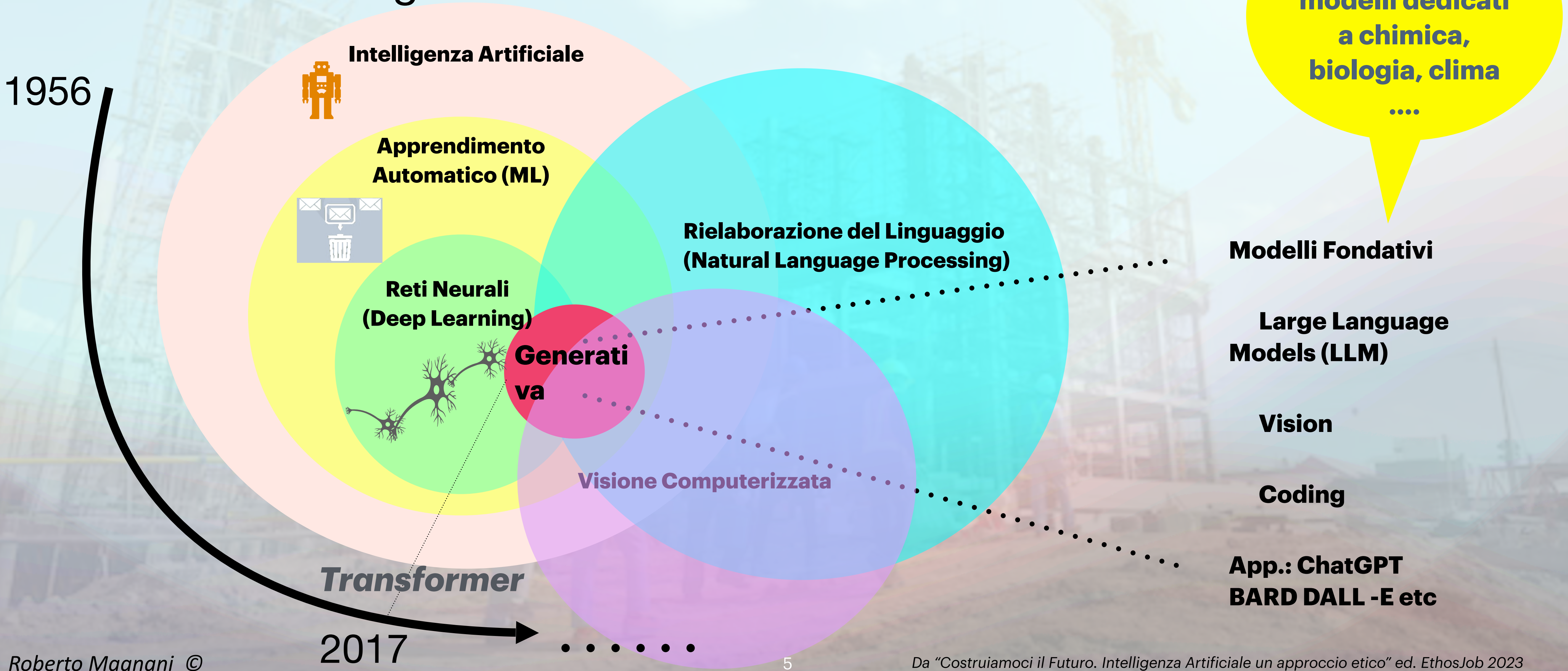
Commissione Europea, *Orientamenti etici per un'IA affidabile*, 2018 | cfr.: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/expert-group-ai>





# Intelligenza Artificiale

Un mondo variegato





# Tecniche di Apprendimento Automatico nell'Ingegneria Civile

Ogni tecnica ha un ruolo specifico e complementare

## **Calcolo Evolutivo**

- *Tecnica basata su principi di biologia darwiniana*
- *Risolve problemi con multiple variabili*
- *Supera i limiti degli algoritmi tradizionali*
- Applicazioni
  - *Ottimizzazione dei progetti*
  - *Automazione della progettazione*

## **Reti Neurali Artificiali**

- *Modelli matematici ispirati al cervello umano*
- Capacità:
  - *Riconoscimento di modelli*
  - *Risoluzione problemi complessi*
- Utilizzi
  - *Processo decisionale*
  - *Previsioni e analisi dati*
  - *Monitoraggio strutturale*
  - *Controllo robotico*

## **Sistemi Fuzzy**

- *Sistemi di gestione dell'incertezza ("sfocato")*
- Peculiarità
  - *Gestione input imprecisi*
  - *Ragionamento simil-umano*
- Applicazioni:
  - *Modellazione tempi/costi*
  - *Valutazione rischi*
  - *Analisi qualità progetti*

## **Sistemi Esperti**

- *Applicazioni specializzate per domini specifici*
- Caratteristiche:
  - *Performance paragonabili/superiori agli esperti umani*
  - *Alta specializzazione*
- Impieghi:
  - *Ingegneria edile*
  - *Analisi geotecnica*
  - *Valutazione consumi energetici*
  - *Indagini geologiche*



# Reti Neurali

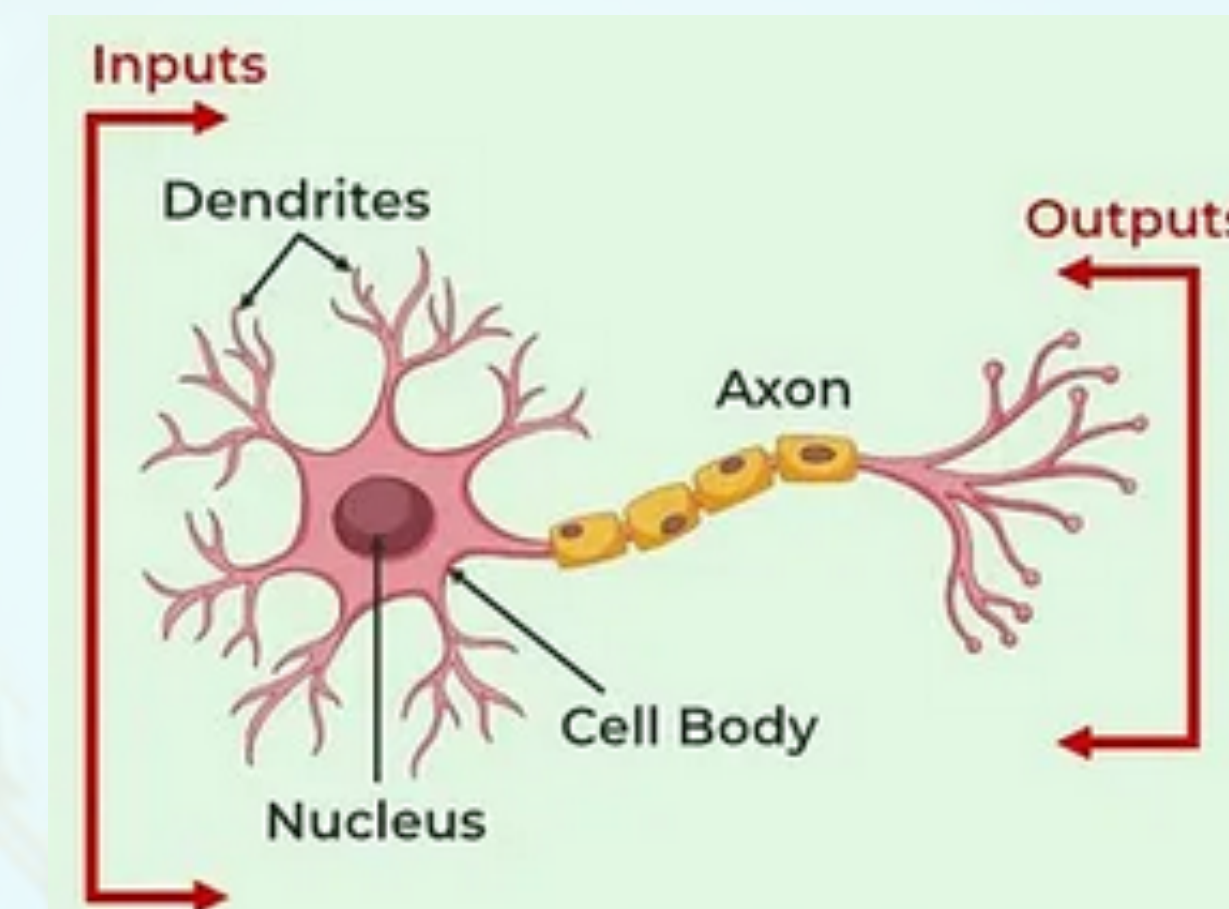
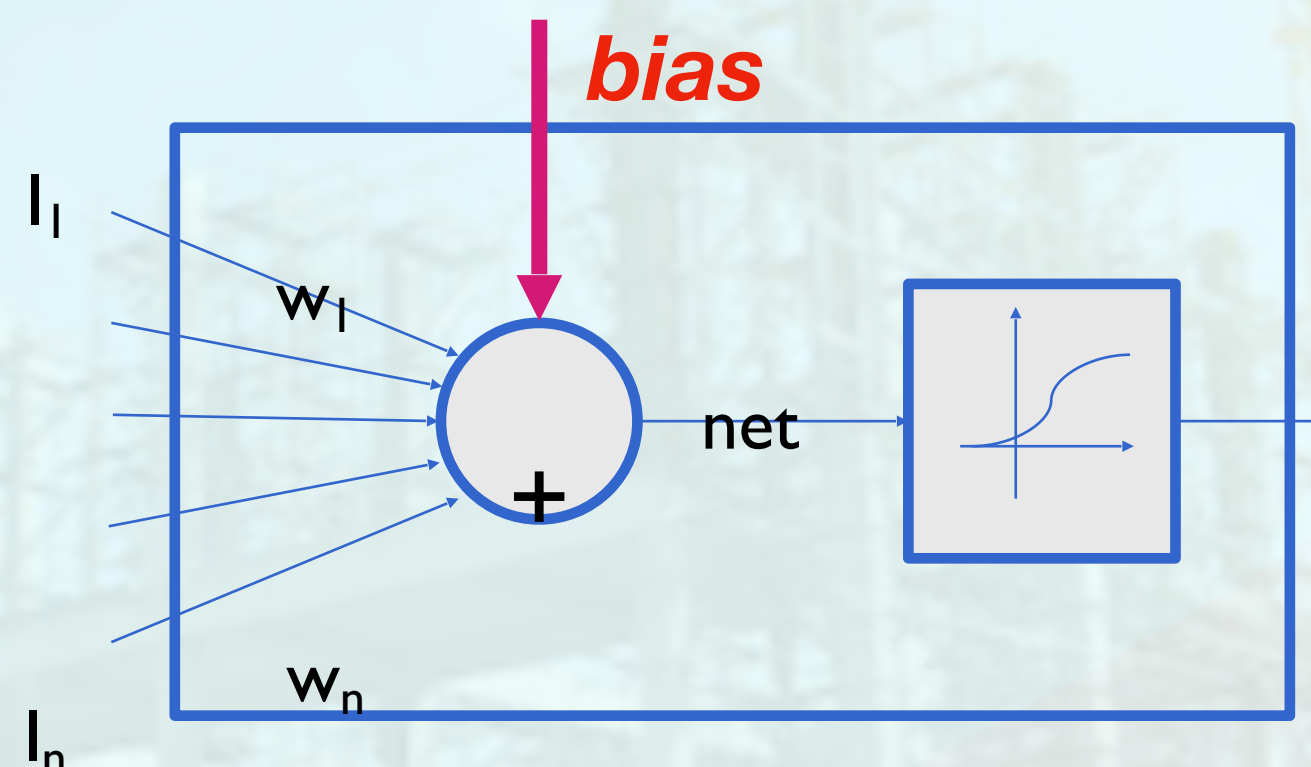
Riprendono un modello matematico di neurone (1947)

Neurone Artificiale

Costituito da due stadi:

sommatore **lineare**  $net = \sum_j W_j i_j + bias$   $W_j = \text{peso}$

funzione di attivazione **f non lineare** a soglia  $U = f(net)$

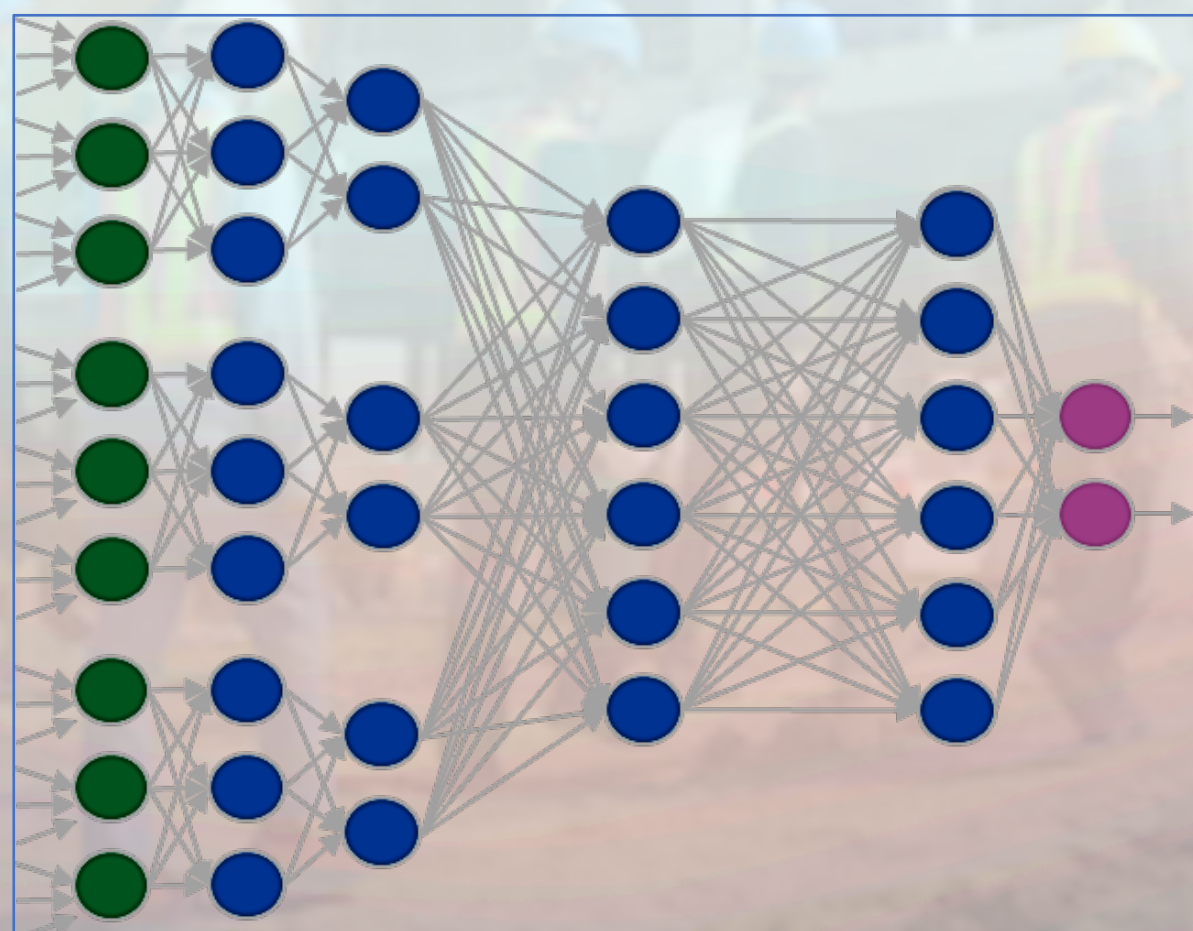


Ad ogni ingresso è associato un **peso**, utilizzato nel sommatore che costituisce il primo stadio del neurone che *riceve* dati attraverso la connessione.

## Rete Neurale Artificiale

Architettura a più *strati*:

- strato di ingresso ●
- strato/i nascosto/i ●
- strato di uscita ●



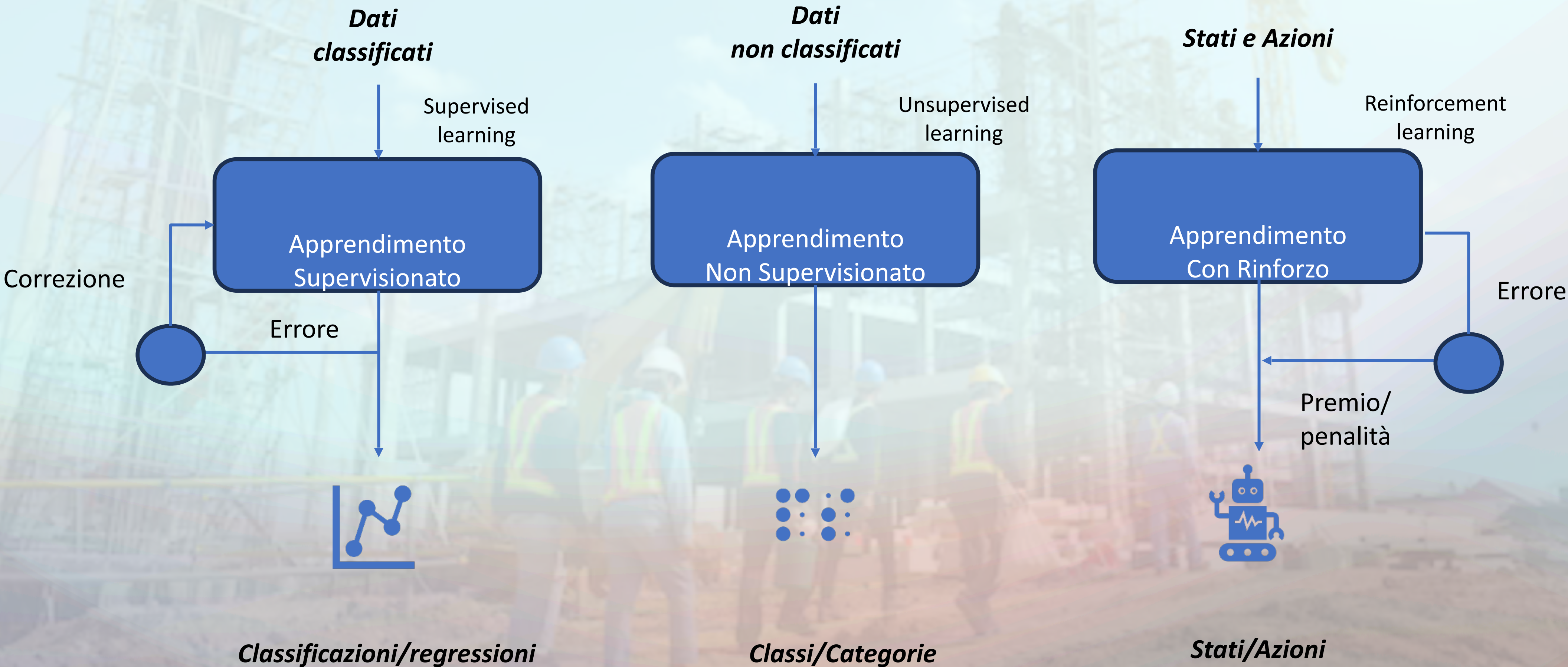
Il comportamento di una rete neurale è determinato:

- dal numero dei neuroni
- dalla topologia
- dai valori dei pesi associati alle connessioni



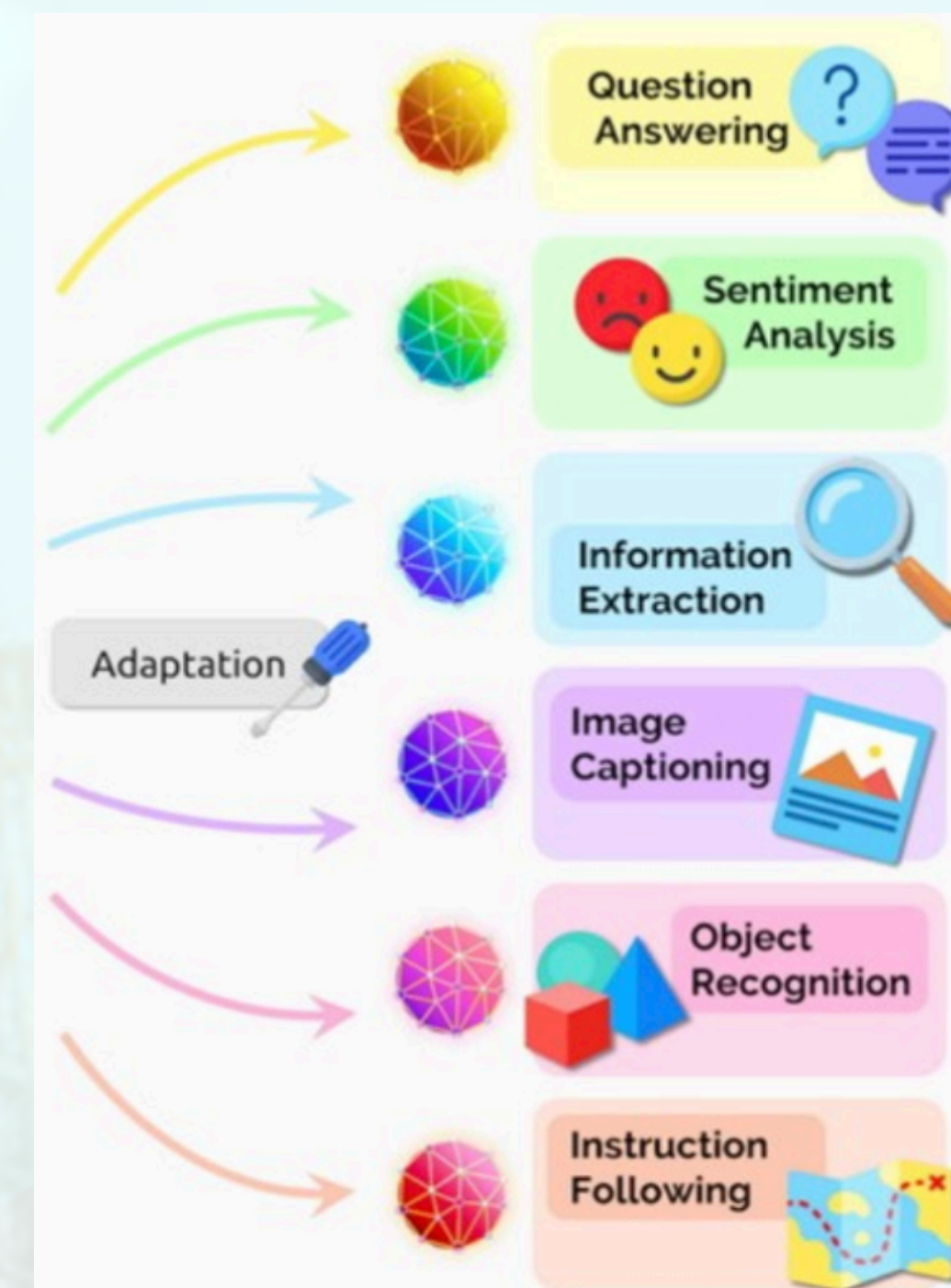
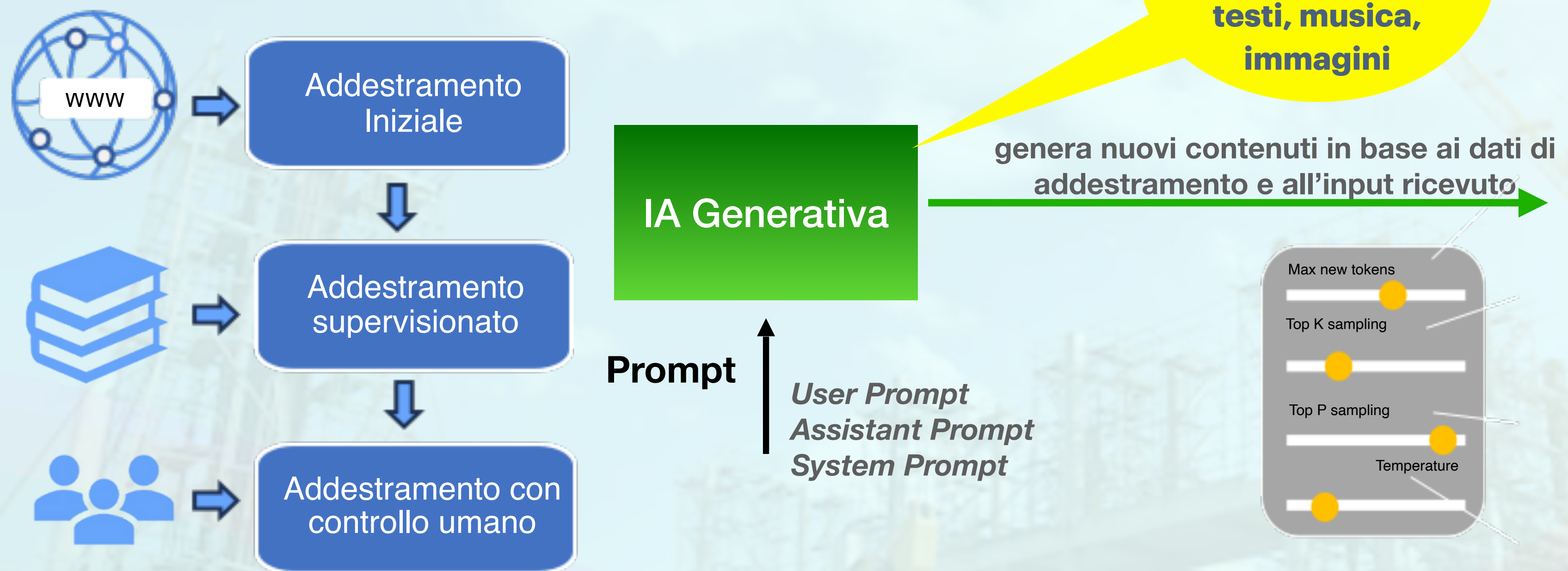
# Le metodologie per l'apprendimento nell'IA

Sono le metodologie più diffuse in campo industriale



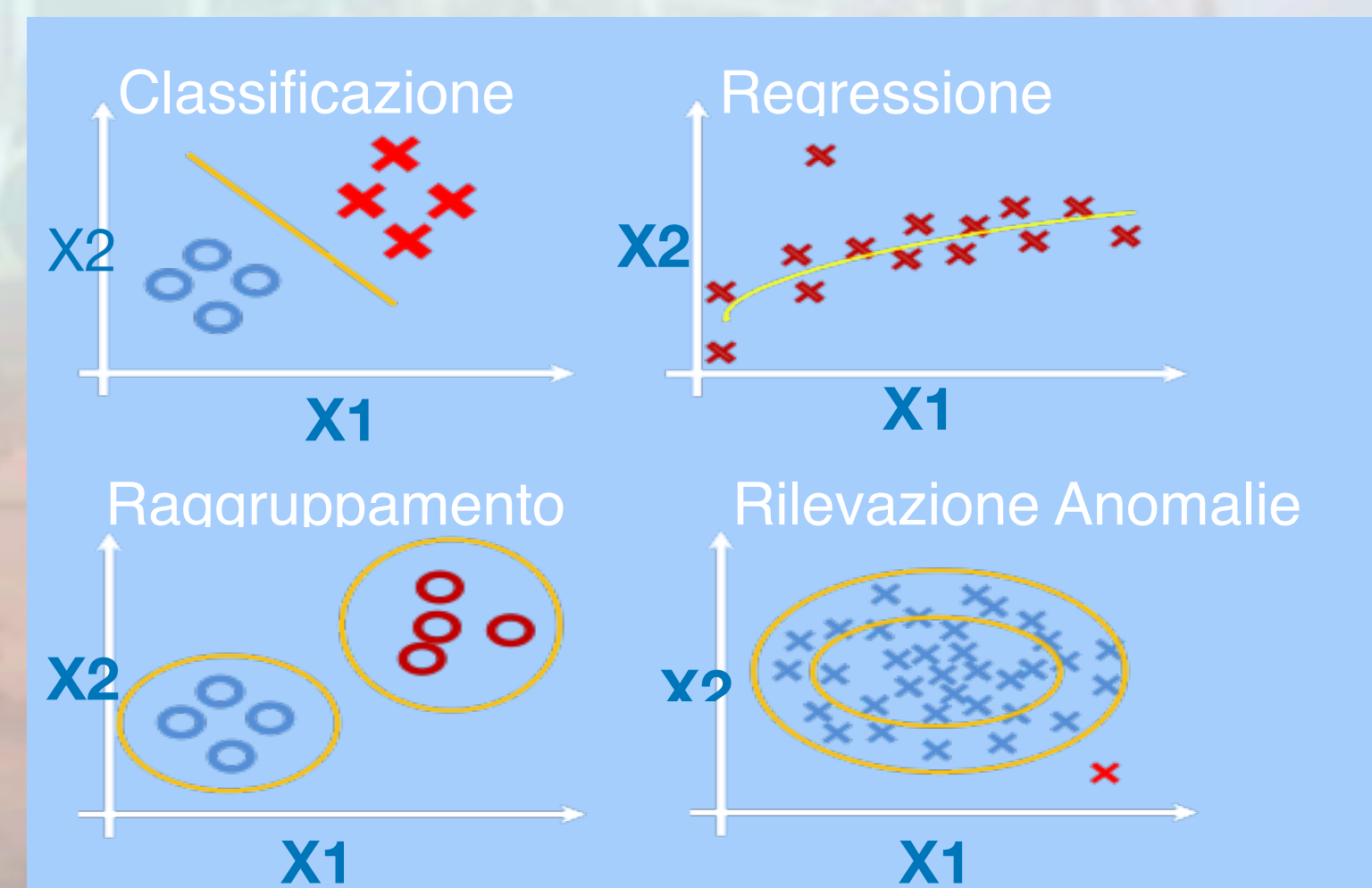
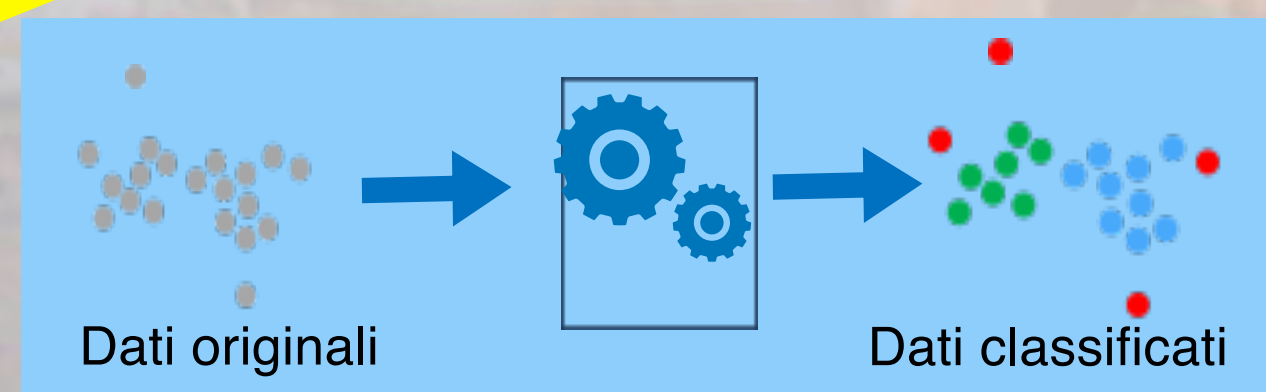


# Le IA generative e non



## IA non Generativa

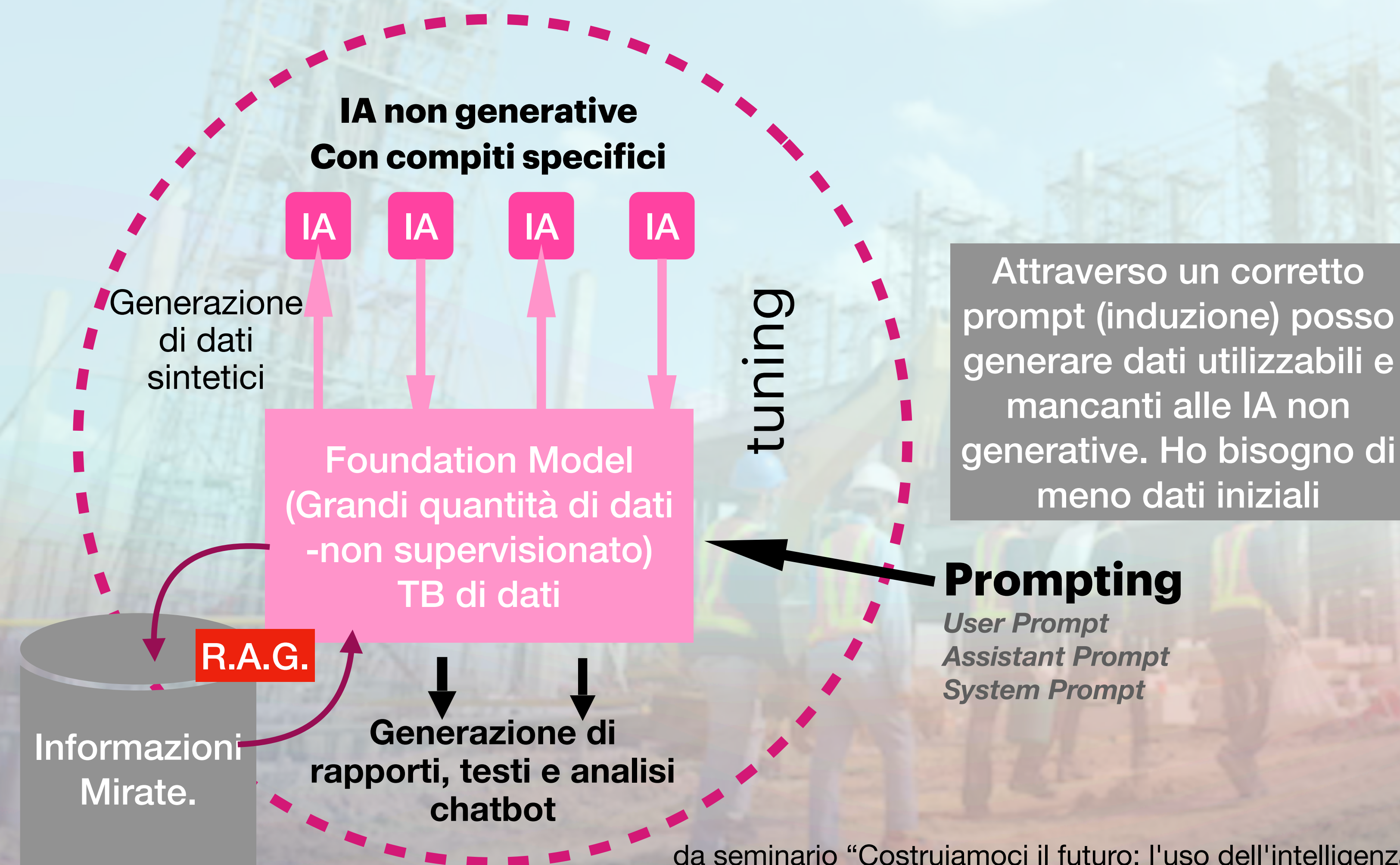
Focus su compiti specifici come classificazioni o regressioni



Raggruppamento per caratteristica  
Divide per caratteristica  
Anticipa un numero  
Divide per misura  
Trova caratteristiche nascoste  
Collegamento di enti diversi con un legame  
Divisione per similarità  
Anticipa una categoria



# La combinazione vantaggi e rischi delle IAG in combinazione con le IA non generative



## Vantaggi

- Prestazioni
- Produttività

## Svantaggi

- Costi computazionali
- Fiducia (allucinazioni)

## Tecniche RAG

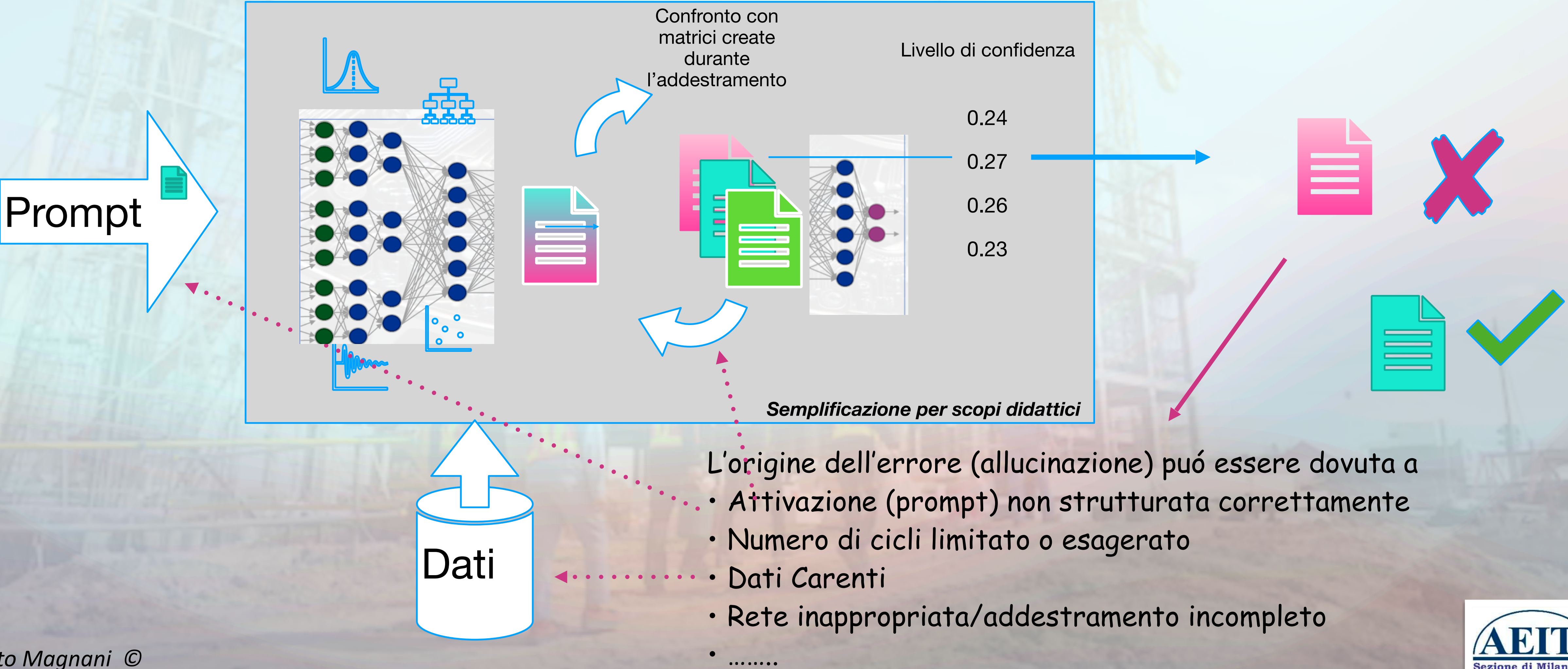
Retrieval-Augmented Generation

da seminario "Costruiamoci il futuro: l'uso dell'intelligenza artificiale nell'ingegneria e nell'industria" CNI Gennaio 2024



# IA, statistica e allucinazioni

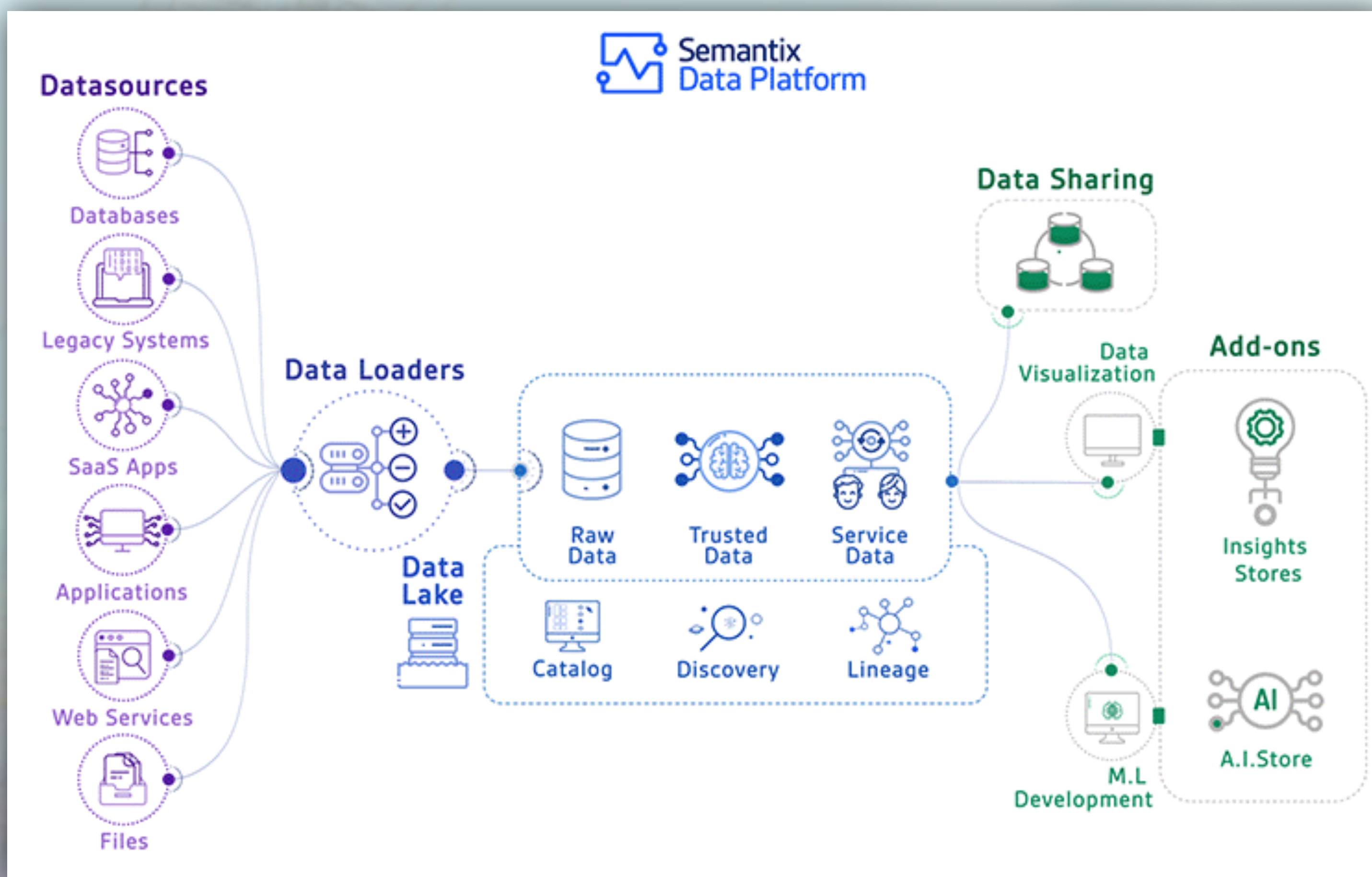
Determinazione dell'immagine o della prossima parola/frase del testo





# L'importanza della gestione dei dati in ingresso

Il tipo di dati disponibili e l'obiettivo determinano la modellazione del sistema con IA



## MODELLAZIONE



- Selezione delle caratteristiche
- Selezione del tipo di modello
- Impostazione degli iperparametri
- Training del modello
- Validazione del modello
- Ottimizzazione del modello

Web source - da seminario "Costruiamoci il futuro: l'uso dell'intelligenza artificiale nell'ingegneria e nell'industria" CNI Gennaio 2024



# Apprendimento automatico

## Un cambio di paradigma

Esperienza umana

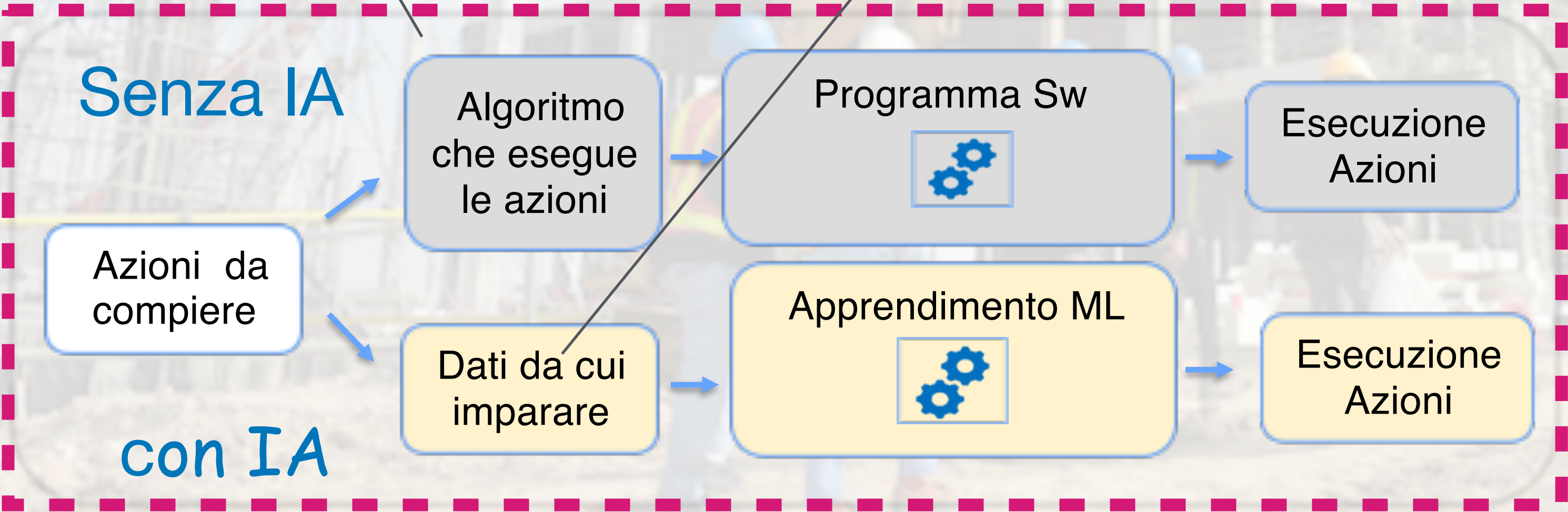


Esperienza con IA



Da "Intelligenza Artificiale per le professioni" sR. Magnani EBS 2023t

l'apprendimento automatico è semplicemente imparare dai dati e trasformarli in previsioni. Proprio come impariamo dall'esperienza, la macchina impara dai dati



lo sviluppo cambia non è più basato su una logica per eseguire azioni che replicano l'esperienza umana

L'organizzazione dei dati influenza il modo con cui la macchina impara e poi esegue



# Impatto dell'IA nel Settore delle Costruzioni

## *Impatto Attuale*

- **Ottimizzazione dei Processi**
  - Pianificazione automatizzata dei progetti
  - Gestione predittiva delle risorse
  - Monitoraggio in tempo reale dei cantieri
- **Sicurezza**
  - Sistemi di prevenzione incidenti
  - Monitoraggio del personale
  - Identificazione automatica dei rischi
- **Efficienza Energetica**
  - Gestione intelligente dei consumi
  - Ottimizzazione dei sistemi HVAC
  - Analisi prestazionale degli edifici

## *Potenziale Futuro*

- **Progettazione Generativa**
  - Creazione automatica di design ottimizzati
  - Simulazioni avanzate di performance
  - Personalizzazione di massa dei progetti
- **Costruzione Intelligente**
  - Coordinamento robot-IA nei cantieri
  - Sistemi predittivi per manutenzione
  - Automazione completa di processi ripetitivi
- **Sostenibilità**
  - Ottimizzazione uso materiali
  - Riduzione sprechi attraverso previsioni accurate
  - Calcolo automatico impronta carbonica
- **Digitalizzazione Completa**
  - Gemelli digitali degli edifici
  - Integrazione IoT-IA-Robotica
  - Manutenzione predittiva avanzata

## *ROI e Benefici Attesi*

**15-25%**

Riduzione costi operativi:

**30-40%**

Aumento produttività

**45-55%**

Diminuzione errori  
*progettuali*

**20-30%**

Ottimizzazione tempi di  
costruzione



# Droni equipaggiati con IA

Presentazione proff. M. Pasetto - G. Giacomello, Università di PD



# Robot guidati dall'IA

Analisi situazioni ed esempi

Roberto Magnani ©





# Cosa caratterizza le macchine con IA



- **percepire il mondo che le circonda e raccogliere dati e informazioni utili**
- **comprendere la realtà percepita, collegando in maniera logica le informazioni raccolte;**
- **compiere autonomamente operazioni (informatiche o meccaniche), decidendo di agire senza alcun comando da parte dell'uomo;**
- **apprendere in base al risultato delle proprie azioni, migliorandosi continuamente e imparando dai propri errori**



# Panoramica di aree di applicazione di IA



**Pianificazione e progettazione**



- **Costruzione**
- **Funzionamento e manutenzione**



- **Smantellamento e riciclaggio**



# Cosa guida il cambiamento verso l'IA

## Perché l'automazione sta crescendo?

- Carenza di manodopera nel settore
- Impatto della crisi sanitaria
- Necessità di ridurre l'impatto ambientale



- Previsione di crescita del 30% nei prossimi anni

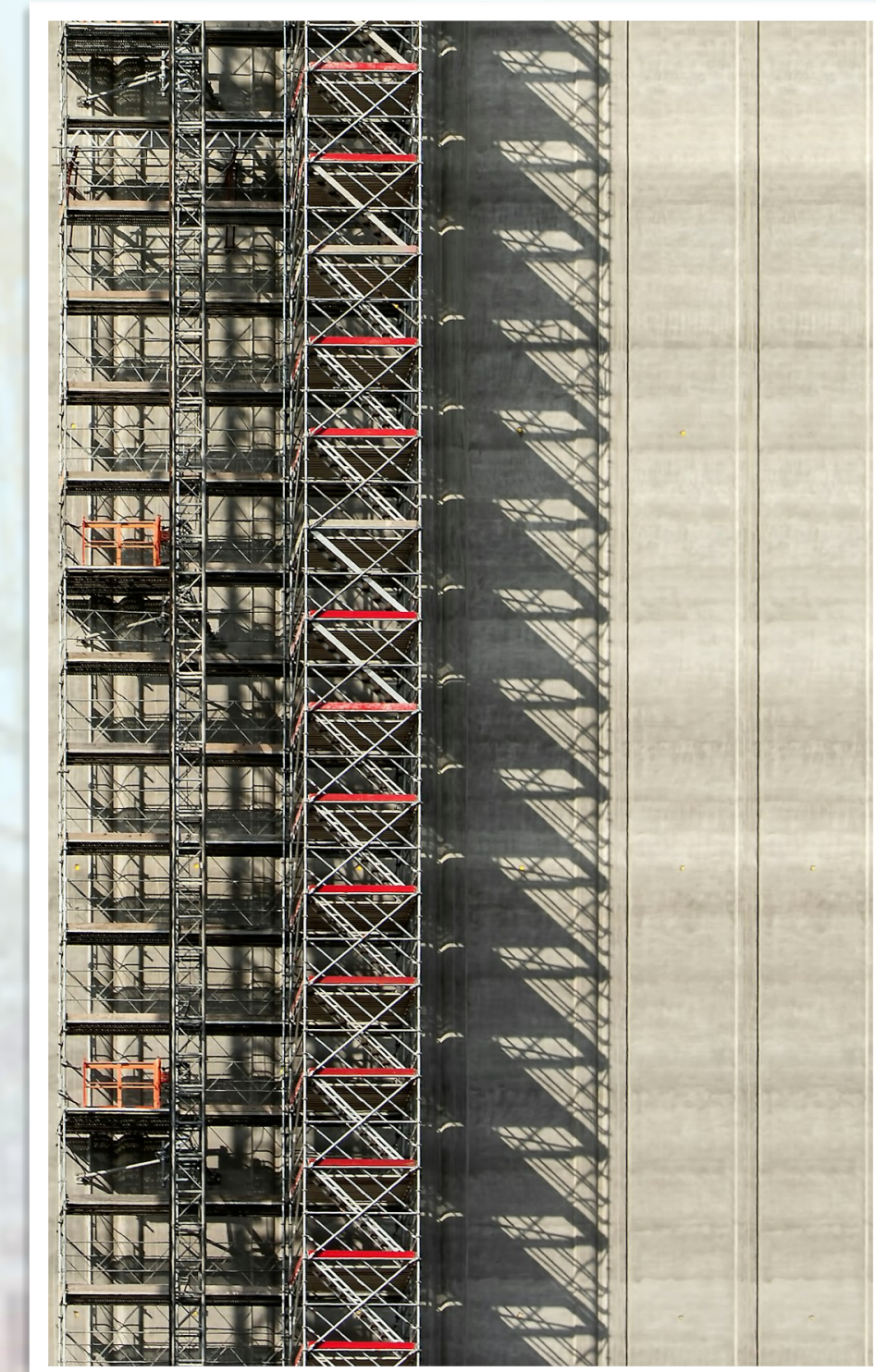


- Oltre 200.000 posti vacanti nell'UE (Q2 2020)



# Motivazioni di Sicurezza e Sostenibilità

- Sicurezza sul Lavoro
  - Gli operai edili rappresentano il 30% degli infortuni sul lavoro
  - Rischio di incidenti mortali 4 volte superiore ad altri settori
  - 108.000 decessi stimati annualmente a livello mondiale
- Sostenibilità Ambientale
  - Fino al 25% dei materiali in cantiere diventa rifiuto
  - Crescente pressione normativa ambientale
  - Necessità di edifici più economici



greenITop.com

contributes to  
**SSP1,SSC6,EAP1**  
**EAC1,MRC1,MRC5,EQC3**  
credits (v4 NC)  
**IT04-21092901**



# Principali Aree di Applicazione

- Infrastrutture Civili
  - Costruzione di strade
  - Realizzazione tunnel e ponti
  - Lavori di sterro
- Edilizia Abitativa
  - Costruzione scheletri
  - Compattazione calcestruzzo
  - Finiture interne





# Dati di Mercato

## Sondaggio 3Gem-ABB (1.900 imprese)



- 91 % prevede crisi manodopera nei prossimi 10 anni
- 44 % ha difficoltà nelle assunzioni
- 42 % prioritizza sicurezza e ambiente
- 81 % aumenterà uso robotica nel prossimo decennio

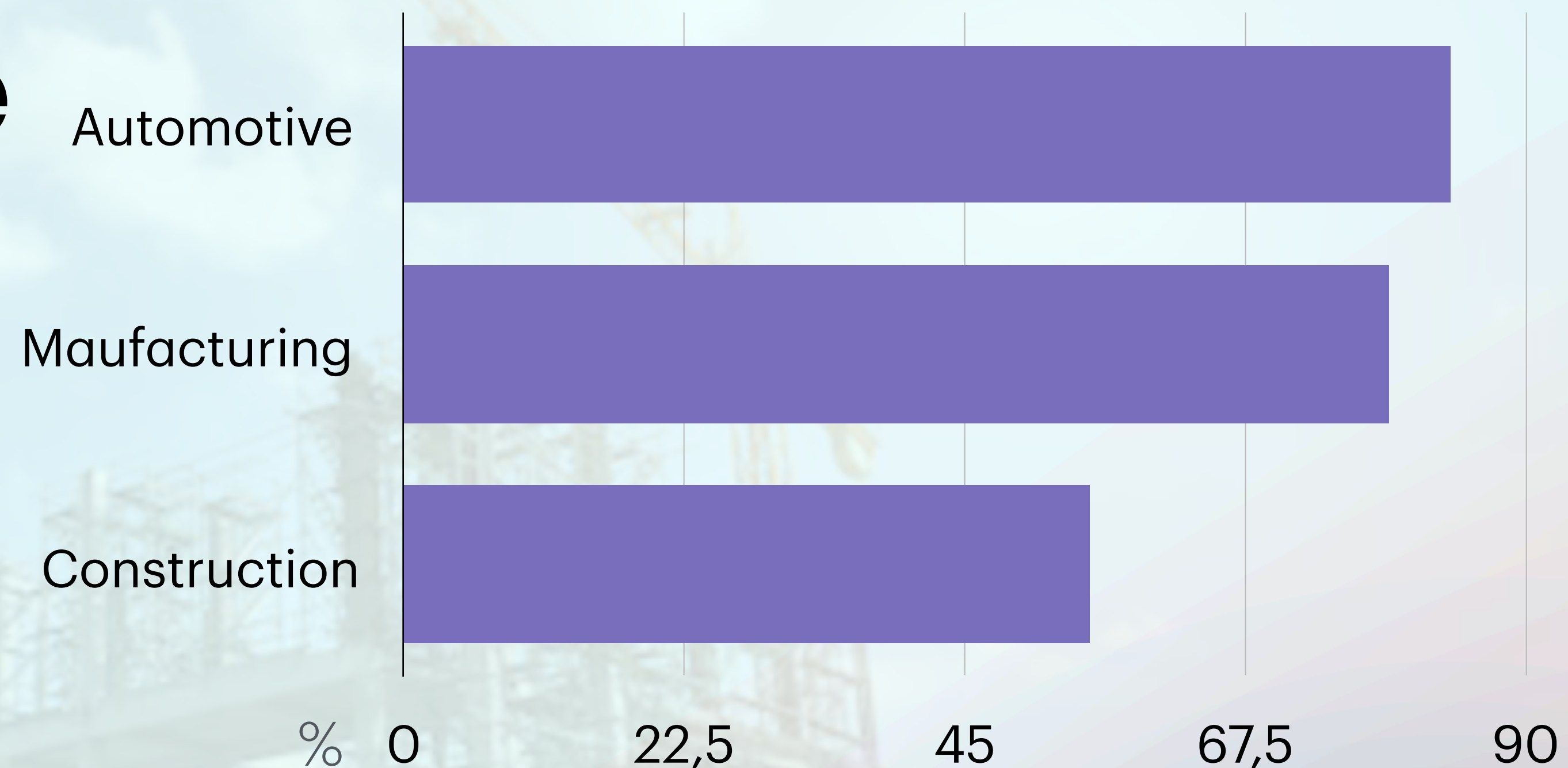
*da rapporto 3Gem-ABB*



# Confronto Settoriale

## Utilizzo attuale della robotica

- Settore automobilistico: 84%
- Settore manifatturiero: 79%
- Settore costruzioni: 55%



- **Prevista crescita del settore dell'85% fino a 15.500 miliardi di dollari entro il 2030**
- Focus su:
  - Prefabbricazione
  - Stampa 3D
  - Sostenibilità
  - Sicurezza sul lavoro



# Esempi di Robot Industriali utilizzati nelle Costruzioni

macchine automatizzate. progettate per eseguire una varietà di compiti ripetitivi e ad alta precisione nelle costruzioni

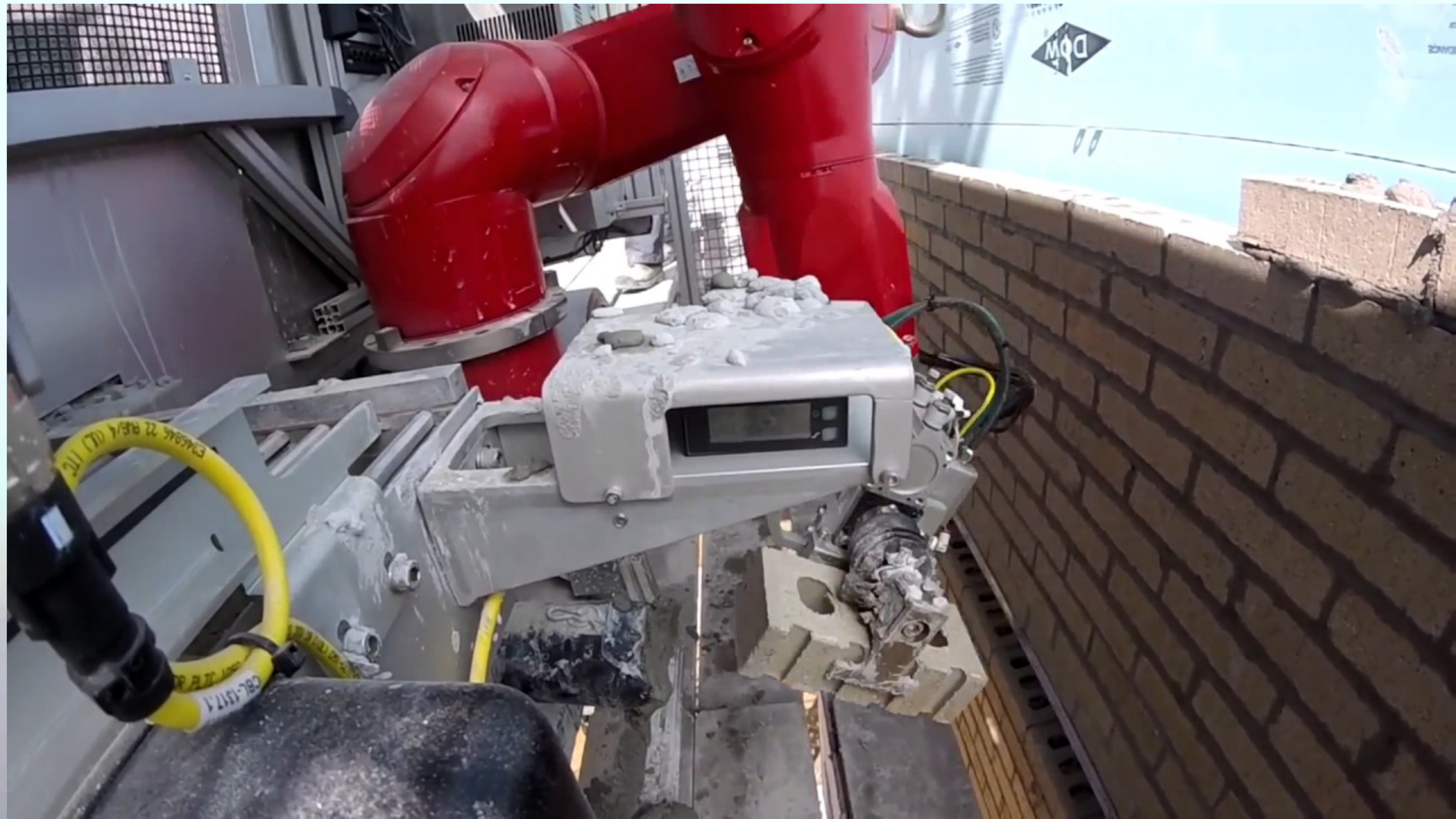
- programmati per eseguire operazioni specifiche come saldatura, taglio, sollevamento di carichi pesanti e montaggio di componenti.
- struttura robusta e la capacità di funzionare in ambienti difficili li rendono indispensabili nei cantieri complessi.

- Esempi:

- **SAM (Semi-Automated Mason):** progettato per la muratura autonoma può posare mattoni in modo rapido ed efficiente, riduce i tempi di costruzione e migliora la precisione del lavoro.
- **Hadrian X:** robot muratore che può posare fino a 1000 mattoni all'ora, utilizzando un sistema di guida laser per garantire precisione e velocità.
- **TyBot:** Utilizzato per la legatura delle armature, questo robot automatizza il processo di legatura delle barre di rinforzo in cemento armato, migliorando la velocità e riducendo la fatica umana.









# Esempi di Robot Collaborativi Utilizzati nelle Costruzioni

## Cobots

- I cobot, o robot collaborativi, sono progettati per lavorare a fianco degli operai umani nei cantieri.
  - progettati per essere sicuri da usare accanto agli esseri umani, con sensori avanzati che permettono di rilevare e rispondere alla presenza umana.
  - assistono gli operai in compiti che richiedono precisione, ripetitività o sforzo fisico,
- Esempi:
  - **BionicCobot:** imita il funzionamento del braccio umano,
    - utilizzato per compiti delicati come la manipolazione di piccoli componenti e l'assistenza nei processi di assemblaggio.
  - **UR10 (Universal Robots):** Un braccio robotico versatile che può essere programmato per eseguire una varietà di compiti, come avvitare, saldare, e montare componenti.
  - **HRP-5P:** Un robot umanoide collaborativo sviluppato per eseguire lavori di costruzione come la posa di pannelli in gesso e l'installazione di materiali da costruzione pesanti.







# Casi di Successo

- 1. Autovol (Canada)
  - Fabbricazione automatizzata di supporti per tetti in legno
  - Case economiche prefabbricate in modo completamente robotizzato
- 2. Schindler
  - Installazione robotizzata di ascensori
- 3. Intelligent City
  - *Produzione automatizzata di case prefabbricate*
    - +15% efficienza produttiva
    - +38% velocità
    - -30% sprechi
- 4. Skanska
  - Saldatura robotizzata per strutture di rinforzo
  - Miglioramento di qualità e sicurezza
  - Riduzione costi di trasporto
  - Minor impatto ambientale





# Alcune Normative Generali Applicabili

diverse leggi e norme italiane sono applicabili all'utilizzo di robot in cantiere.

Sempre da considerare in  
presenza di robot/cobot

- **Valutazione dei rischi**
- **Formazione del personale**
- **Manutenzione**
- **Segnalazione e delimitazione delle aree di lavoro:.**
- **Collaborazione uomo-robot**

**N.B.**  
Questa tabella è fornita a scopo puramente  
informativo/didattico può essere non  
esaustiva né aggiornata  
Il quadro normativo è in continua evoluzione,  
potrebbero comparire linee guida specifiche  
per l'utilizzo di robot nelle costruzioni.

<i>Normativa</i>	<i>Ambito di applicazione</i>
<b>Testo Unico sulla sicurezza sul lavoro (D.Lgs. 81/2008)</b>	<i>Disposizioni generali in materia di sicurezza e salute nei luoghi di lavoro, inclusi i cantieri.</i>
<b>Direttiva Macchine 2006/42/CE (e successive modifiche)</b>	<i>Requisiti di sicurezza per la progettazione e la costruzione di macchinari, inclusi i robot industriali.</i>
<b>Norme tecniche armonizzate (EN ISO 10218-1 e 2)</b>	<i>Specificano i requisiti di sicurezza per i robot industriali e le loro applicazioni.</i>
<b>Regolamento di attuazione del D.Lgs. 81/2008</b>	<i>Dettaglia le misure di prevenzione e protezione da adottare nei vari settori lavorativi, compresi i cantieri.</i>
<b>Norme tecniche di attuazione (NTA)</b>	<i>Forniscono indicazioni operative per l'applicazione delle disposizioni del D.Lgs. 81/2008.</i>

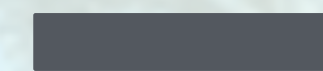


# Per Riassumere

## vantaggi e aspetti da considerare per in l'uso di robotica



- Maggiore produttività
- Efficienza dei costi
- Riduzione sprechi
- Miglioramento sicurezza
- Sostenibilità ambientale
- Qualità superiore

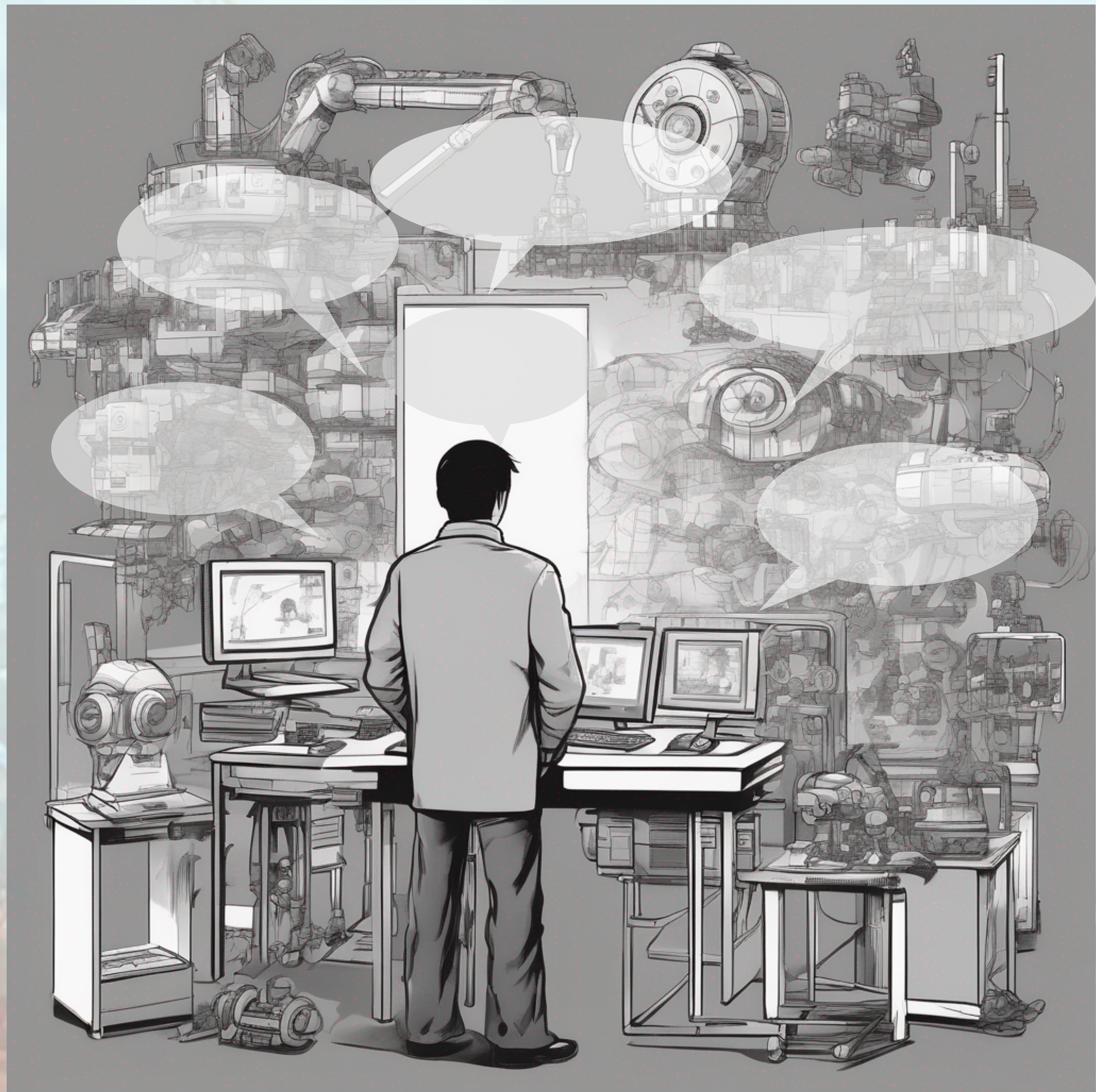


- Costi elevati
- Flessibilità limitata
- Sicurezza
- Integrazione con altri sistemi



# L'introduzione dell'IA va governata dall'interno

Va identificata una persona esperta ed autorevole che governi l'introduzione di sistemi di con IA con la fiducia di tutte le controparti coinvolte



da "Costruiamoci il futuro. Intelligenza Artificiale : un approccio etico", ed EthosJob, stesso autore



# Conclusioni

**Siamo all'inizio di un viaggio, con tutte le opportunità ma anche i rischi tipici di un viaggio emozionante**

**l'utilizzo di tecnologie di intelligenza artificiale** per la gestione dei cantieri e delle operazioni critiche, **offre numerosi vantaggi e opportunità per una maggiore sicurezza ed efficienza.**

Sfruttando l'intelligenza artificiale, possiamo automatizzare e ottimizzare varie attività, riducendo l'errore umano e migliorando la produttività.

Occorre una pianificazione accurata e una visione d'insieme delle attività per ottenere un'applicazione efficace





**GRAZIE**



# I'Autore

## Roberto Magnani



Ingegnere elettronico, sviluppa la sua carriera nel settore IT nei laboratori di multinazionali in Italia, Francia, USA, Svizzera, Spagna e Irlanda. Dal 2012 ha condotto un team dedicato al Public Cloud per l'Europa in un **Campus tecnologico di Dublino, Irlanda**, per poi assumere la responsabilità di progetti digitali per Healthcare e Life Science sul mercato EMEA, **con utilizzo di intelligenza artificiale**.

**Dal 2021 è consulente indipendente** e consigliere di AEIT Milano - Associazione italiana elettronica elettrotecnica informatica e telecomunicazioni, (ente morale costituito nel 1897) **focalizzandosi sulla penetrazione dell'Intelligenza Artificiale nell'industria e curando anche gli aspetti etici e normativi in combinazione con l'introduzione del Quantum computing**.

È autore di articoli e interventi in Italia e all'estero sugli stessi argomenti, di una pubblicazione dedicata all' "**Intelligenza artificiale per le professioni**" edito da EBS e recentemente del saggio "**Costruiamoci il Futuro. Intelligenza Artificiale: un approccio etico**" edito da EthosJob.

<https://www.linkedin.com/in/robertomagnani/>



# Struttura del libro

## Intelligenza Artificiale per le professioni



La storia e i concetti

Le professioni

Aspetti di Etica

Classificazioni

L'apprendimento dell'IA

Qualche accenno IA generativa

Ingegneria civile e architettura

Il mondo legale e giudiziario

Il mondo Fiscale

Ambiente Industriale

Medicina

La gestione delle risorse umane

Interazioni con la psicologia

Marketing

Il settore finanziario

Arti visive e multimedialità

Apprendimento automatico

Algoritmi e Neuroni.

Apprendimento Supervisionato

Apprendimento NON Supervisionato

Apprendimento per rinforzo

emplici esempi

Visione Artificiale

Linguaggio Naturale

Robotica

Il "transformer"

Modelli linguistici e NLP

Limitazioni di CHATGPT e prodotti simili

acquistabile presso

<https://www.amazon.it/Intelligenza-artificiale-professioni-specialisti-informatica/dp/BOC6L8LKL2>



# Struttura del libro

**Roberto Magnani**

## costruiamoci il futuro

intelligenza artificiale  
un approccio etico



Intelligenza artificiale tra  
scienza e tecnologia

Intelligenza Artificiale  
Etica

Per una buona  
Intelligenza Artificiale

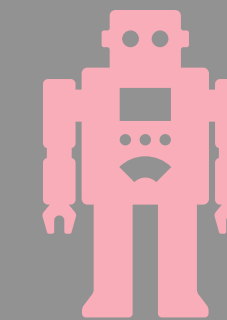
*Apprendimento o combinazioni?  
Dove si usa l'intelligenza ar  
tificiale?*

*Giustizia tecnologica*

*Il superamento del "tech  
solutionism"*

*Costruire il futuro della tecnologia*

*L'utilità delle norme*



*Intelligenza artificiale responsabile  
Il concetto di "Good Artificial  
Intelligence", ovvero "IA come  
strumento per il bene"*

*La proposta di Regolamento UE:  
trasparenza ed equità*

*Il ruolo del Digital Ethics Officer  
Per un nuovo umanesimo  
tecnologico*

*Conclusionell futuro: nelle mani di  
una umanità consapevole"*

*Chances e sfide etiche oltre le norme e  
gli algoritmi*

*Equità | Fairness*

*Trasparenza | Transparency*

*Democrazia | Democracy*

*Opacità da interdipendenza tecno-  
sociale Bias: i pregiudizi*

*Questioni di reputazione e di  
conformità alle norme*

*Come rilevare i pregiudizi nei processi  
con intelligenza artificiale*

*Tecnologie per la prevenzione dei bias  
l'effetto dell'intelligenza artificiale sulle  
altre scienze e sulla società*

*Criticità etiche connesse all'intelligenza  
artificiale Approccio ex ante / intra/ex  
post Interpretabilità nell'elaborazione  
del linguaggio naturale*

*Benefici di una valutazione d'impatto  
etico*

*Computer quantistico e crittografia"*

Prefazione "Il prezzo della consapevolezza" Di Giovanni Caprara

acquistabile presso

<https://ethosjob.it/editoria/costruiamoci-il-futuro-intelligenza-artificiale-un-approccio-etico/>