



INTELLIGENZA ARTIFICIALE E INFRASTRUTTURE

GIORGIO METTA

ISTITUTO ITALIANO DI TECNOLOGIA

# Qualche considerazione sull'IA

- Il nostro Paese va incontro a un «inverno demografico» il cui impatto sul mondo del lavoro è stimato in -3.7 milioni di lavoratori nel 2040
- Il costo di questo megatrend è stimabile in circa il 15% del PIL
- L'IA può compensare gli effetti della riduzione di manodopera in maniera trasversale in diversi settori merceologici → si ipotizza un risparmio di 5.7 miliardi di ore di lavoro
- Il valore dell'IA è circa 18% del PIL o ~300 miliardi di euro
- L'effetto principale è quello dell'efficientamento dei processi industriali e della velocità di esecuzione

# APPLICAZIONI

Pianificazione: gemelli digitali, simulazioni dinamiche

Progettazione: ottimizzazione, efficienza, velocità

Costruzione: robot, VR, supervisione

Monitoraggio: robot, gemelli digitali

Fine vita: dismissione, recupero, riciclo, robotica

# Le infrastrutture critiche: un problema globale

- Negli USA sono stati registrati 1062 eventi di collasso di ponti negli ultimi 32 anni
- L'età è un fattore rilevante: il 39% delle stesse aveva oltre 50 anni, mentre il 37% aveva un'età tra 30 e 50 anni, il 25% una età tra 10 e 30 anni e solo l'8% meno di 10 anni
- Il calcestruzzo ha una vita operativa di circa 60-70 anni dopo i quali i fenomeni di degrado aumentano
- Anche in Italia le opere infrastrutturali hanno una distribuzione anagrafica simile

# Le infrastrutture: situazione Italiana

- La rete viaria italiana: 7.400 km di autostrade, circa 500 mila km di strade provinciali e 280 mila km di strade gestite dai comuni
- Le opere infrastrutturali, stradali e ferroviarie italiane sono stimabili in poco meno di 2 milioni di unità, di cui solo una parte sono attualmente monitorate
- Il monitoraggio esteso e continuativo di tutte le infrastrutture stradali e ferroviarie italiane è un compito impraticabile per mancanza di risorse economiche e di personale



# L'IA per l'ispezione e monitoraggio

Riduzione dei tempi di ispezione  
e dei costi



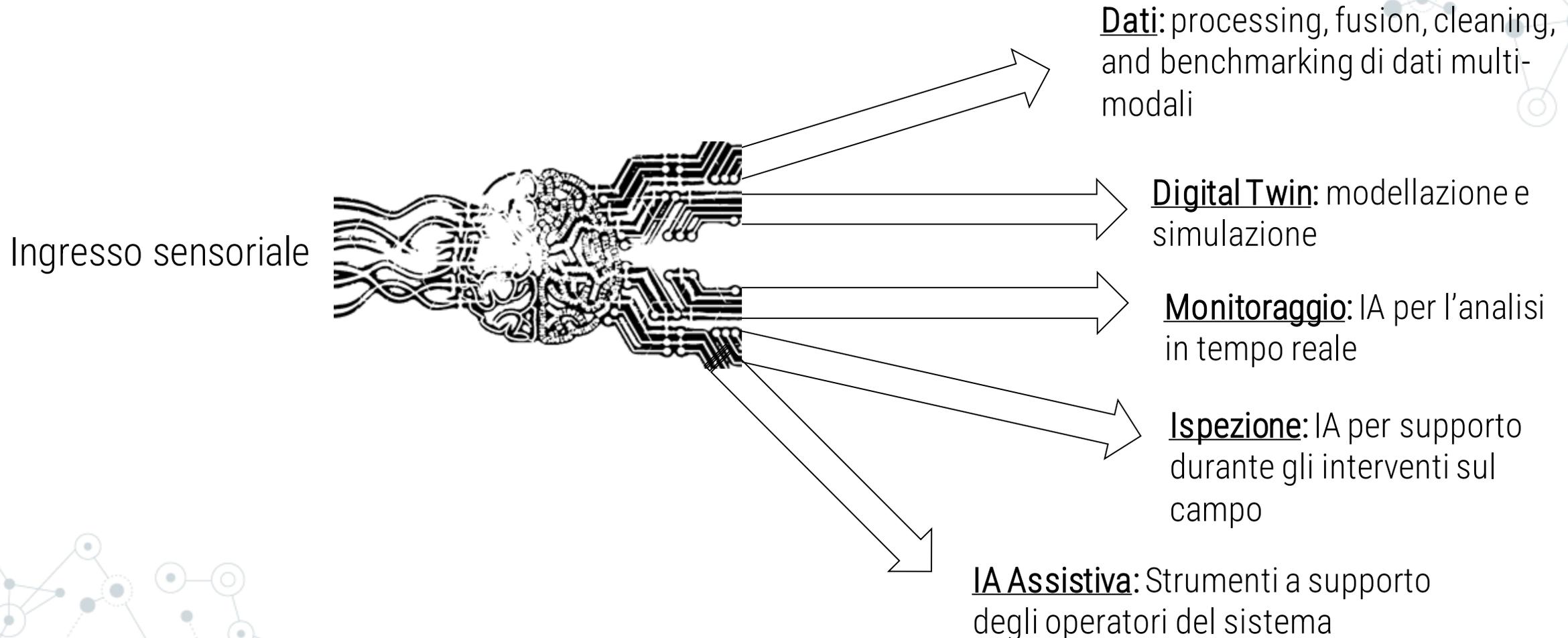
Monitoraggio in tempo reale



Supporto alle decisioni



# Elementi di un sistema IA per il monitoraggio

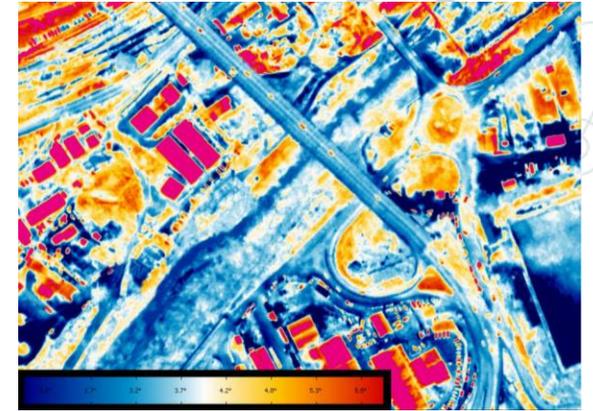


# Preparazione e armonizzazione dei dati

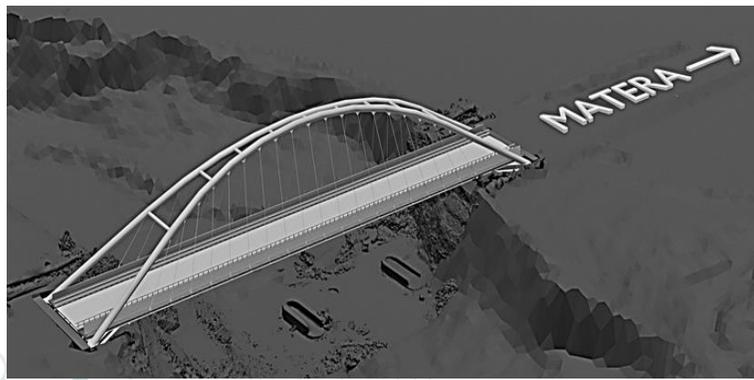
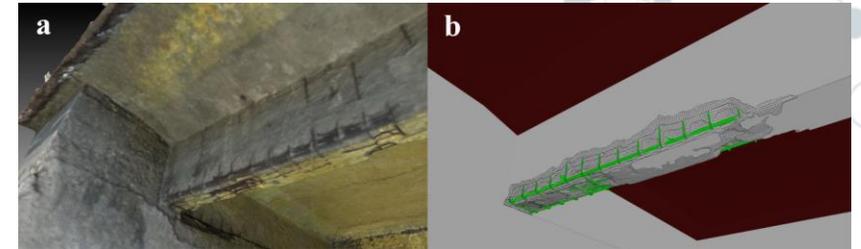
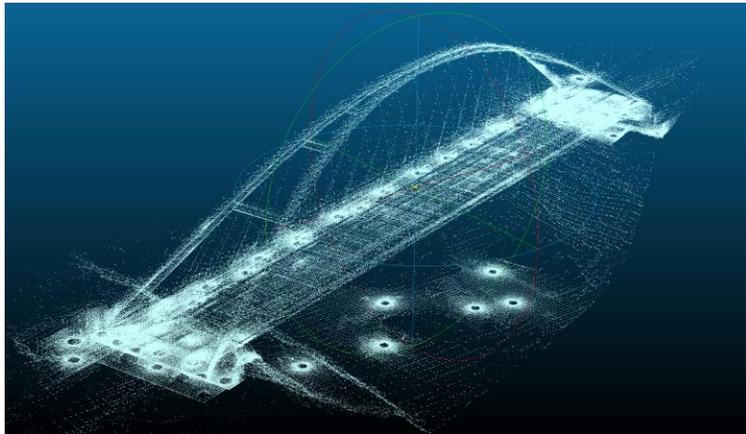


## Preparazione dati

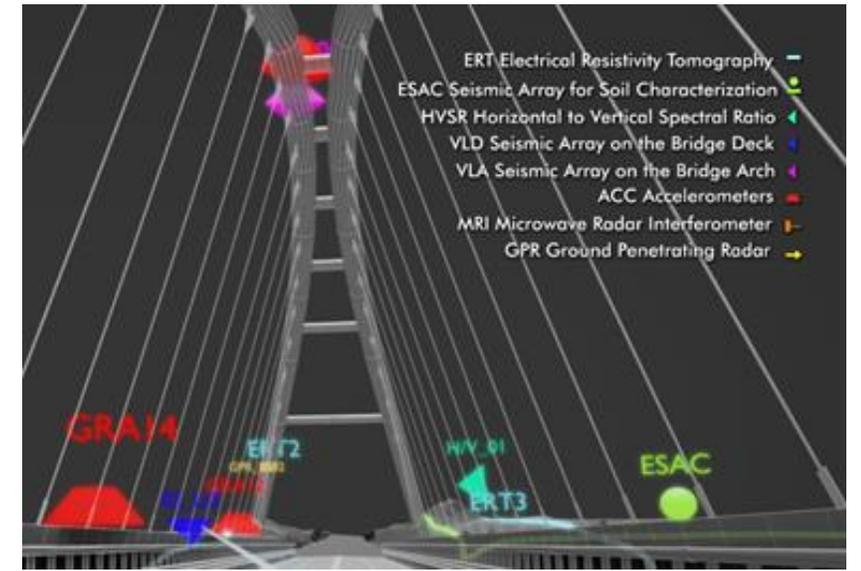
- Eliminazione errori
- Integrazione di sorgenti diverse
- Annotazione e categorizzazione
- Validazione



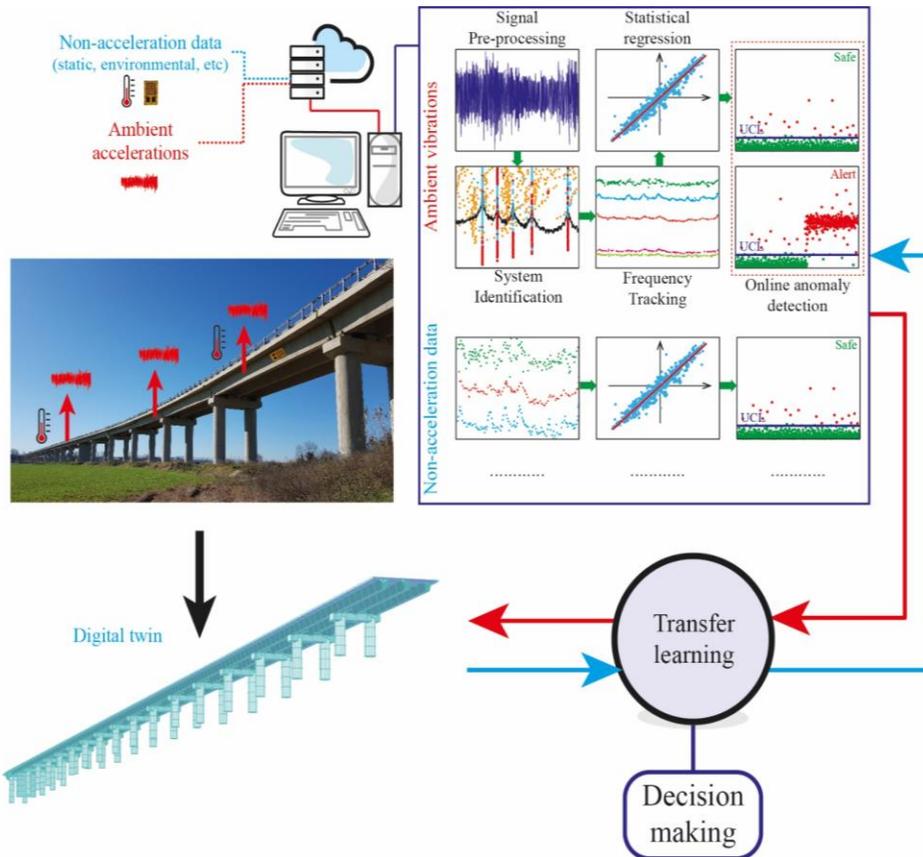
# Digital twins



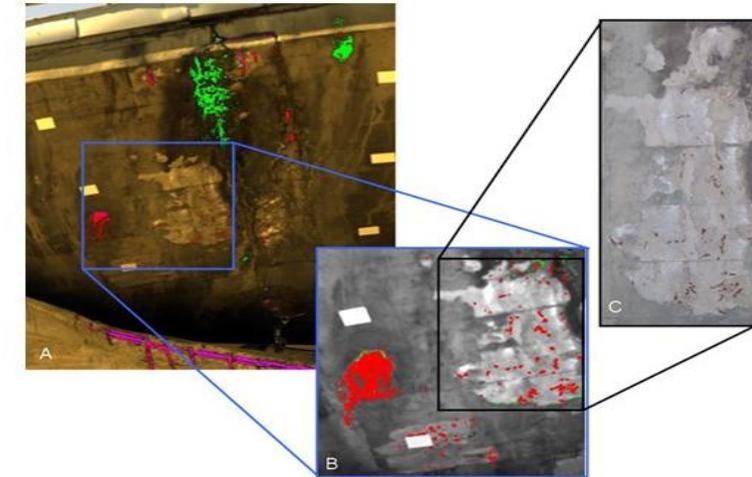
- Gemelli digitali di intere strutture
- Modelli ad alta risoluzione e multimodali
- Calibrazione di sensori eterogenei
- Simulazione di anomalie e deterioramenti sui gemelli digitali
- Aggiornamento automatico dei modelli



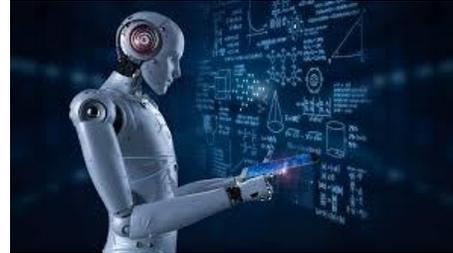
# IA per il monitoraggio delle infrastrutture



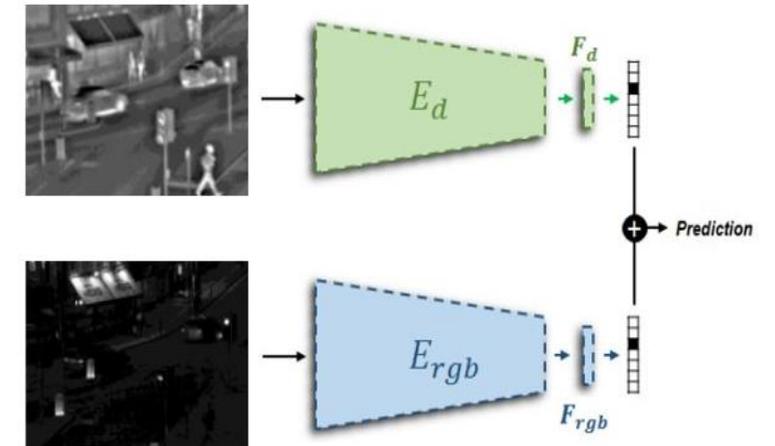
- Metodi statistici e di analisi spettrale
- Machine learning per il forecasting
- Analisi e change detection
- Fusione di dati reali e simulati
- Dati tempo-varianti
- Dati SAR da satellite
- Dati per la modellizzazione del traffico veicolare
- Dati ortofoto, cartografie, nuvole di punti



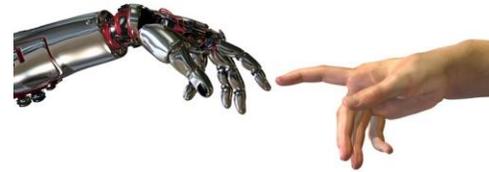
# IA per l'ispezione delle infrastrutture



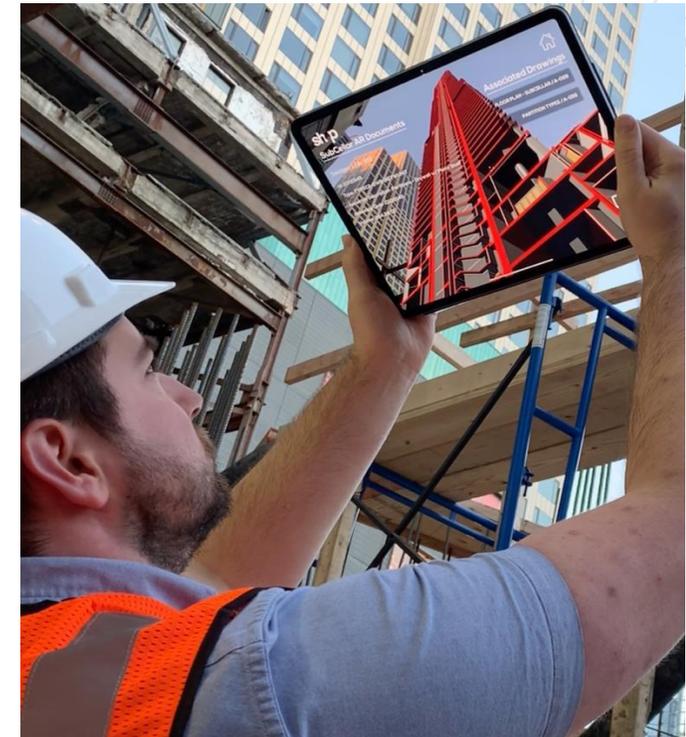
- Metodi di machine learning e computer vision per analisi di immagini
- Machine learning per l'analisi di dati multimodali
- Metodi non-supervisionati per l'individuazione di anomalie
- Controllo e coordinamento di multi-robot (droni, robot) per l'ispezione



# IA assistiva per il supporto alle decisioni



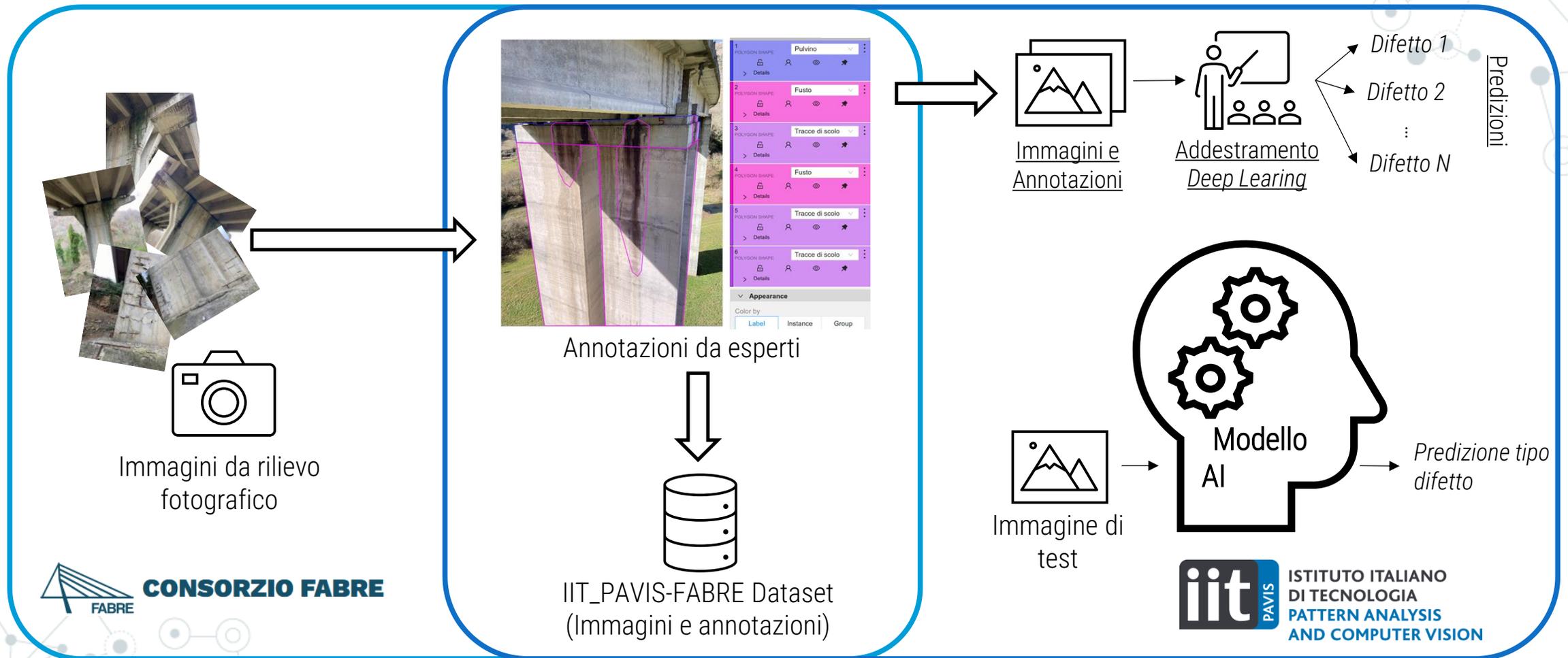
- NLP per la generazione di sommari di report e documenti
- Spiegazione delle predizioni degli algoritmi (IA trasparente)
- Valutazione dell'affidabilità dei modelli predittivi
- Visualizzazione e ispezione di anomalie basati su AR
- Ispezione virtuale tramite strumenti di VR e AR





# ALCUNI USE CASES

# IA per l'ispezione automatica







# Autonomous Robot System for Monitoring and Cleaning of Bridges



# 1<sup>ST</sup> Worldwide Autonomous Robot for Infrastructures I&M: Genova San Giorgio Bridge



UNIVERSITÀ  
POLITECNICA  
DELLE MARCHE



GROUP

## FULLY AUTONOMOUS Robot for inspecting the Genova San Giorgio bridge



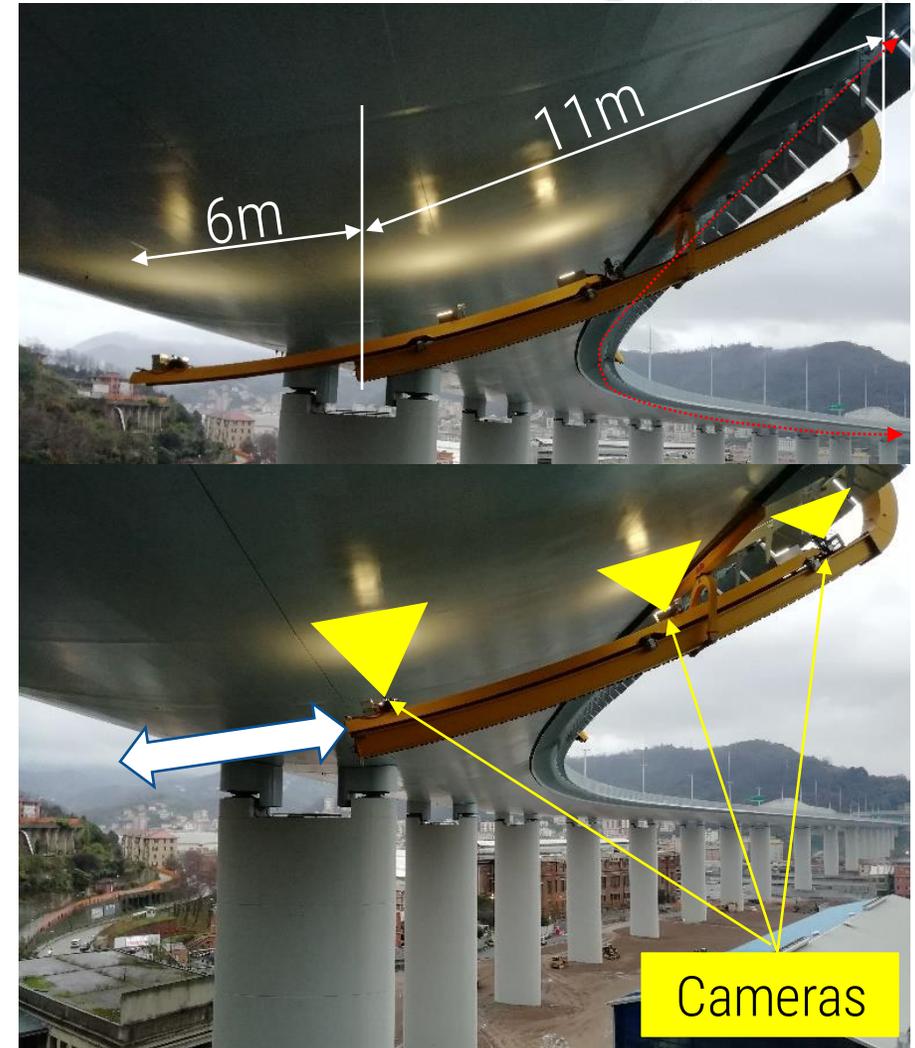
Weight: **2400 kg**  
(arm: 300kg of carbon fiber structure)

Payload of the arm:  
On the tip: **80 kg**  
Distributed: **250 kg**

Size:  
Arm length: **11+6 m**  
Length: **7 m**  
High: **10 m**

Speed: **0.15m/s**  
Span: **1100m**

**+/- 25mm vibrations**



# L'IA per il monitoraggio e l'ispezione

- Non esistono le capacità per monitorare tutte le infrastrutture Italiane esistenti mediante una attività manuale
- A fronte di un continuo invecchiamento delle infrastrutture
- L'unica soluzione è di automatizzare i processi mediante AI e robotica, creando personale più efficiente e responsivo
- Richiedendo un investimento sostanziale e sinergico (enti preposti, ricerca e industria) per creare una piattaforma Italiana per il monitoraggio e ispezione delle infrastrutture

# Non dimentichiamo la formazione al digitale

- Per raggiungere il livello numerico della Germania (comunque inferiore a quello del nord America) è necessario:
  - Competenze di base: formare 3.7 ml. di lavoratori
  - Portare il numero di studenti «ICT» a 137.000 (partendo dai ~30.000 attuali)
  - Favorire le PMI: 113.000 nelle quali portare il «digitale» (al 80%)

giorgio.metta@iit.it

WHERE SCIENCE HAPPENS

iit

ISTITUTO