



2024

GIORNATE ITALIANE DEL CALCESTRUZZO

TECNOLOGIE PER IL CALCESTRUZZO IN CAMPO AEROPORTUALE DAL SOTTOSUOLO
AI SATELLITI, DALLA DIGITALIZZAZIONE ALL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

L'UTILIZZO DEI DRONI E DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE NEL MONITORAGGIO DELLE PAVIMENTAZIONI AEROPORTUALI

Verso un Sistema di Airport Pavement Management System Automatizzato

Ten. Valerio PERRI, PhD student

Piacenza, 19.04.2024

1° Reparto Genio A.M. – Politecnico di Milano



"Mettere ordine al disordine per vincere le sfide del futuro"





SOMMARIO

2024

- Criticità nell'implementazione del APMS con metodi tradizionali
- L'utilizzo dei droni nell' APMS automatizzato
- Vantaggi e svantaggi dell'A.I. per l'automazione dell' APMS
- Case study
- Discussione dei primi risultati
- Considerazioni finali



PERCHE' MONITORARE LE PAVIMENTAZIONI

2024

- **Garantire la sicurezza a terra dei velivoli**
- **Assicurare continuità all'attività operativa**
- **Programmazione delle manutenzioni**
- **Ottimizzare l'impatto economico**
- **Incrementare la sostenibilità ambientale degli interventi**



"Mettere ordine al disordine per vincere le sfide del futuro"





L' AIRPORT PAVEMENT MANAGEMENT SYSTEM

2024

Insieme sistematico di strumenti e procedure progettati per fornire informazioni coerenti e utili per valutare le condizioni delle pavimentazioni

COMPONENTI DI UN APMS

- Raccolta dei dati
- Valutazione delle condizioni
- Gestione del database
- Previsione delle prestazioni
- Pianificazione della manutenzione
- Analisi economiche
- Monitoraggio e feedback



"Mettere ordine al disordine per vincere le sfide del futuro"



POLITECNICO
MILANO 1863



Criticità:

- Frequenza dei sopralluoghi
- Identificazione precoce dei dissesti
- Soggettività nella valutazione del dissesto
- Risorse umane e finanziarie da impiegare
- Interruzioni dell'operatività aeroportuale
- Tempi di elaborazione dei dati rilevati

L' APMS TRADIZIONALE

2024



"Mettere ordine al disordine per vincere le sfide del futuro"





L'UTILIZZO DEI DRONI NELL' APMS AUTOMATIZZATO

2024

Vantaggi:

- Economicità
- Facilità di utilizzo
- Acquisizione automatica fotogrammi
- Rapidità di esecuzione del rilievo



"Mettere ordine al disordine per vincere le sfide del futuro"





L'INTRODUZIONE DELLA A.I. NEL PMS AEROPORTUALE



Opportunità:

- Automazione e precisione nel monitoraggio
- Analisi predittiva e manutenzione proattiva
- Ottimizzazione risorse umane ed economiche
- Riduzione dei tempi di inattività
- Integrazione con altri sistemi aeroportuali
- Sostenibilità ambientale



"Mettere ordine al disordine per vincere le sfide del futuro"





NUOVE TECNOLOGIE IMPIEGATE

2024

Machine Learning

Computer vision

U.A.V.



"Mettere ordine al disordine per vincere le sfide del futuro"





MACHINE LEARNING

2024

«Il machine learning è un ramo dell'A.I. che si concentra sull'utilizzo di dati e algoritmi per imitare il modo in cui gli esseri umani apprendono, migliorando in modo graduale la sua accuratezza.»



"Mettere ordine al disordine per vincere le sfide del futuro"





COMPUTER VISION

2024

«La computer vision (o visione artificiale) è un campo dell'A.I. che consente ai computer di ricavare informazioni da immagini, video e altri tipi di dati.»



"Mettere ordine al disordine per vincere le sfide del futuro"





DRONI PER AEROFOTOGRAMMETRIA

2024

Dispositivi compatti e versatili progettati per catturare immagini aeree ad alta risoluzione. La facilità d'uso è uno dei punti di forza di questo tipo di droni rendendoli accessibili anche a utenti non professionali



"Mettere ordine al disordine per vincere le sfide del futuro"





PRESENTAZIONE CASE STUDY

2024

Obiettivo del progetto di ricerca:

- **Campagna aerofotogrammetrica in situ**
- **Formulazione di una banca dati**
- **Training degli algoritmi di A.I.**
- **Local inference su fotogrammi prova**
- **Analisi dei primi risultati e considerazioni**



"Mettere ordine al disordine per vincere le sfide del futuro"





ACQUISIZIONE FOTOGRAMMI AEREI

2024

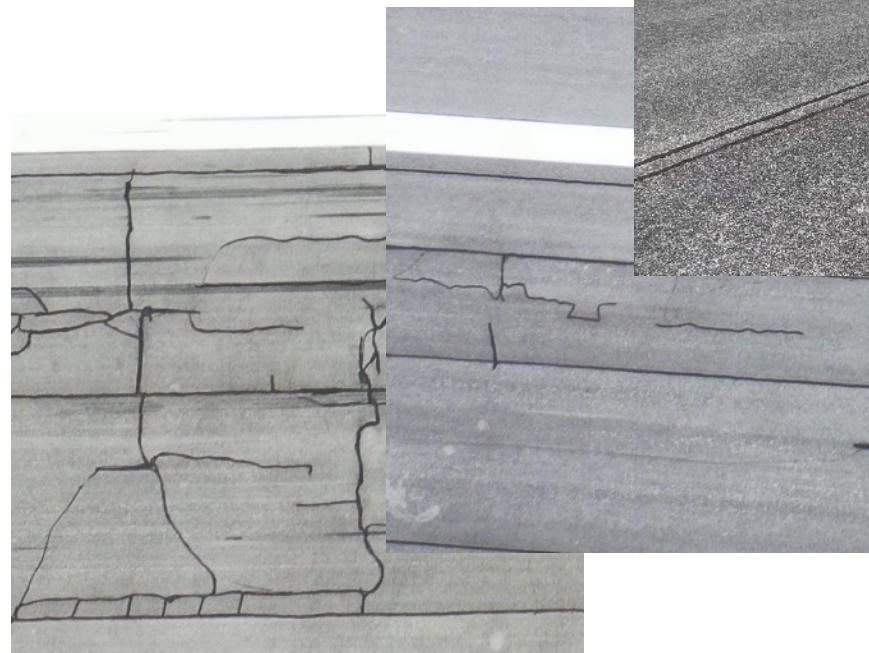
Località: Rivolto Airbase

Drone: DJI Mini 3 PRO

Quota di scatto: 65 m

Risoluzione: 48 MP

Focale: 24 mm





ACQUISIZIONE FOTOGRAMMI AEREI

Aeroporto militare di Rivolto (UD)

2024



"Mettere ordine al disordine per vincere le sfide del futuro"

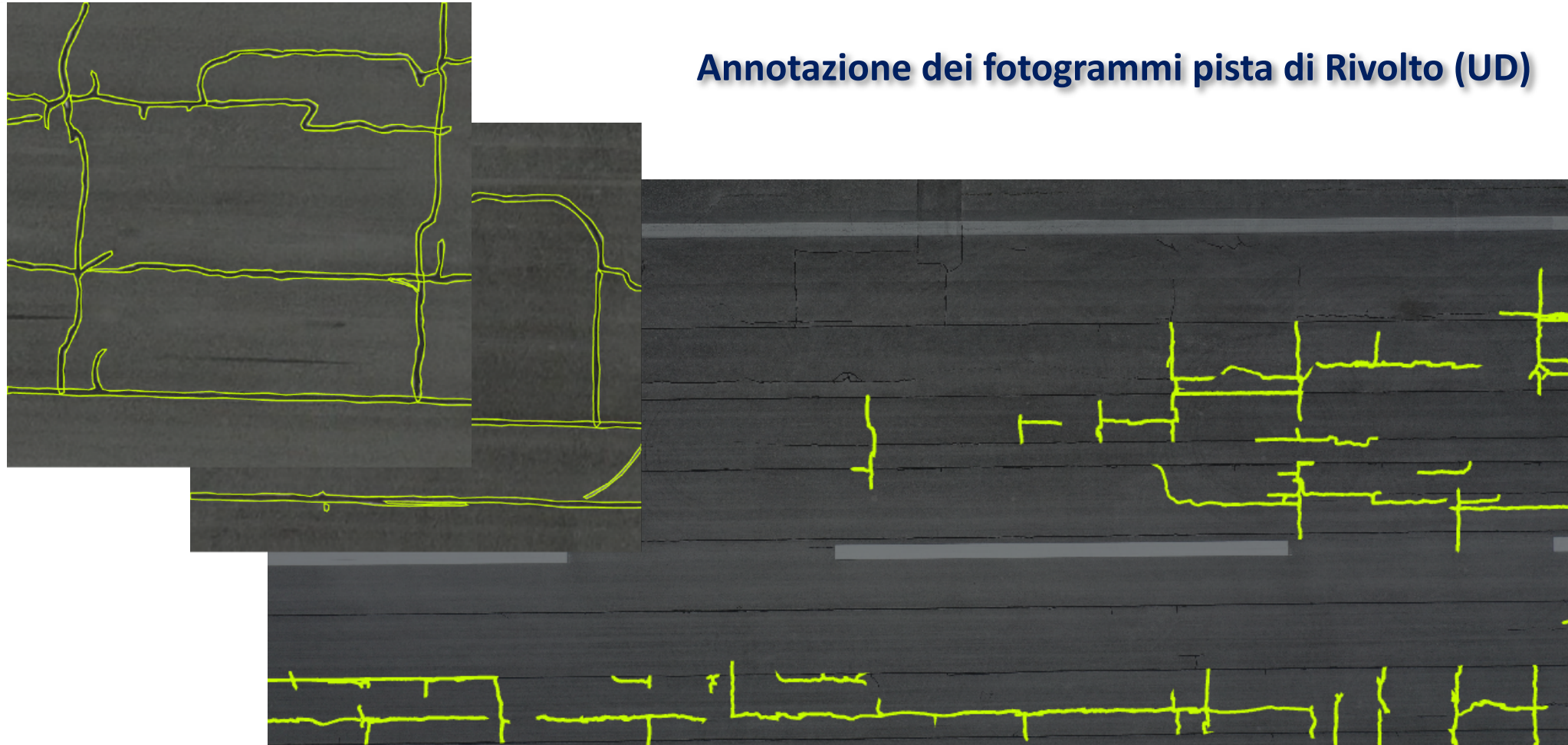




FORMULAZIONE DI UNA BANCA DATI

2024

Annotazione dei fotogrammi pista di Rivolto (UD)



"Mettere ordine al disordine per vincere le sfide del futuro"



IMAGE LABELING

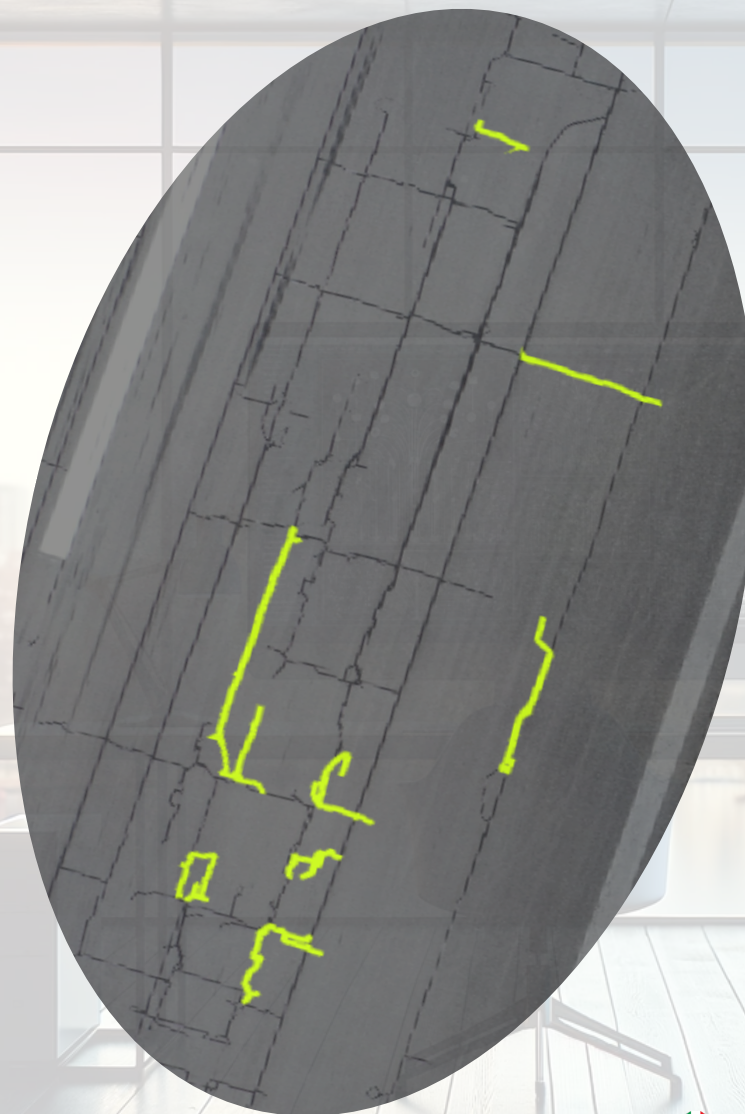


Criticità:

- tempi di annotazione dei fotogrammi
- precisione delle annotazioni
- dataset sufficientemente ampio e vario

Mitigazioni:

- utilizzo del training per l'auto-labeling
- preprocessing & augmentation del dataset





TRAINING DEGLI ALGORITMI DI A.I.

2024

Algoritmi di Intelligenza Artificiale per il riconoscimento di elementi specifici in un dato fotogramma mediante:

- **Object Detection**
- **Instance Segmentation**



"Mettere ordine al disordine per vincere le sfide del futuro"

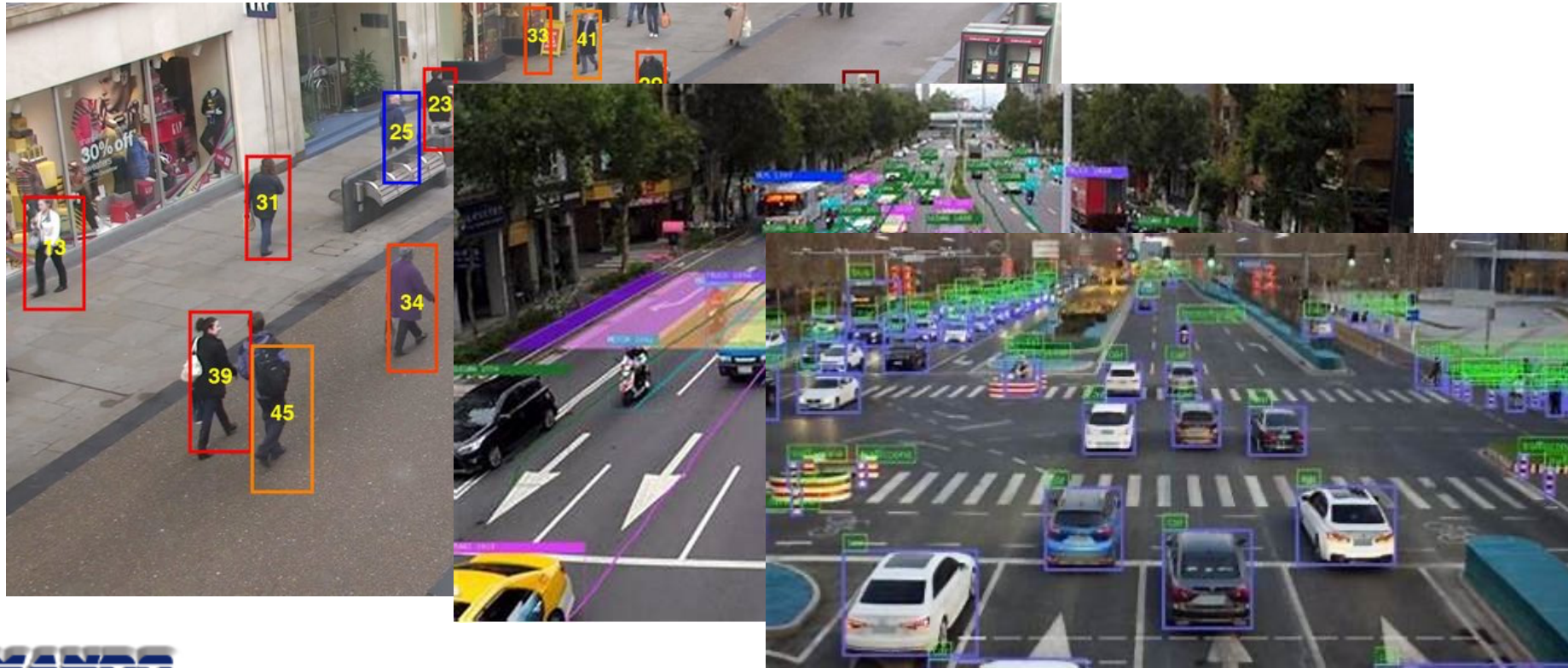




OBJECT DETECTION

2024

Focus sull'identificazione della presenza e della posizione degli oggetti all'interno di un'immagine attraverso bounding boxes. Ogni box è associato a una classe specifica (ad esempio, persona, automobile, lesione) e a un punteggio di confidenza che indica la probabilità che quella classificazione sia corretta

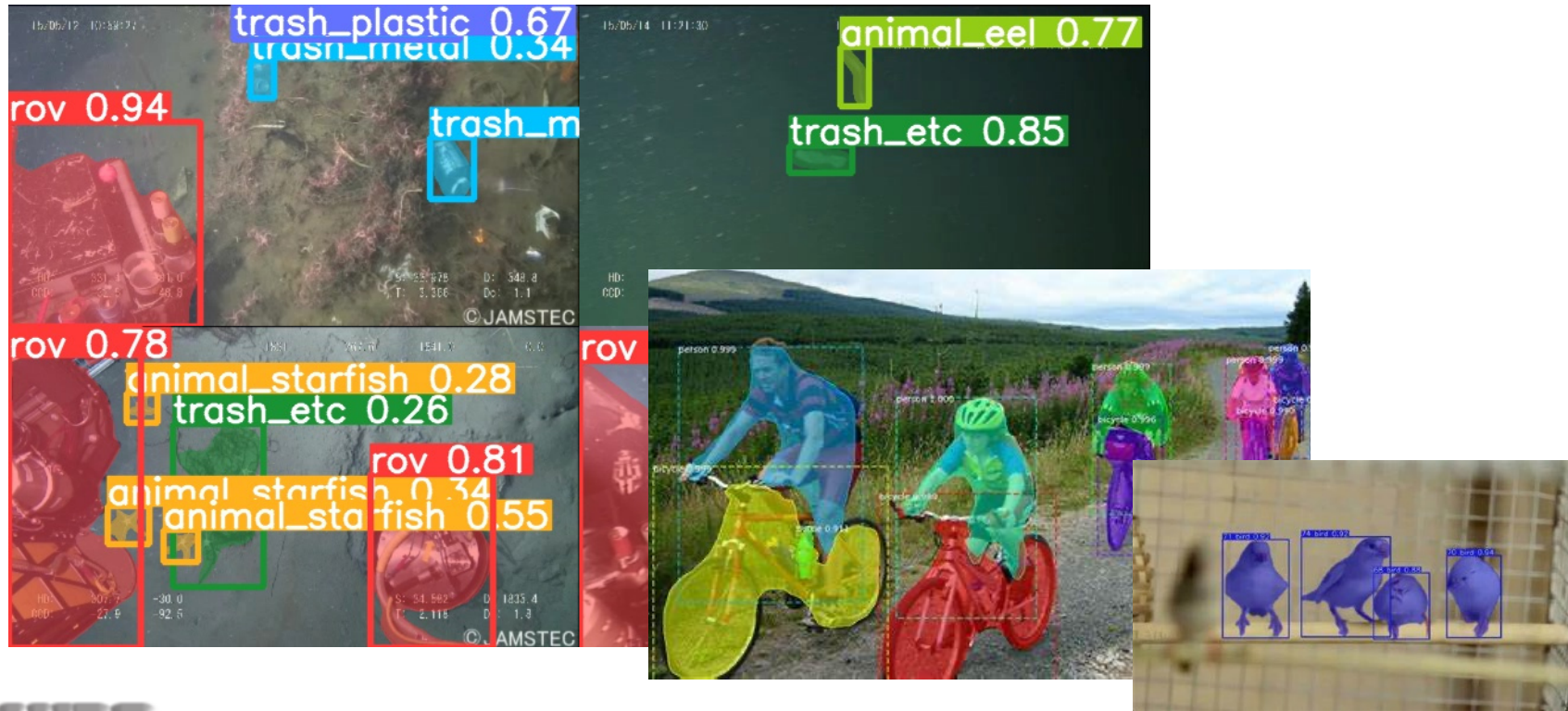




INSTANCE SEGMENTATION

2024

Va oltre l'Object Detection, offrendo non solo l'identificazione e la classificazione degli oggetti, ma anche la delimitazione precisa di ogni singolo elemento identificato all'interno dell'immagine. Questo significa che, per ogni oggetto rilevato, vengono tracciati i contorni esatti

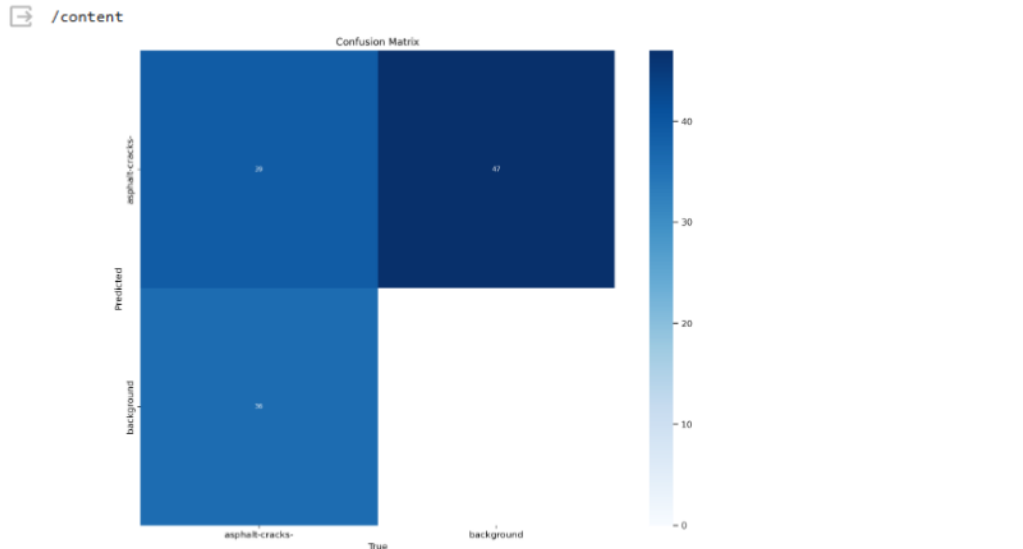




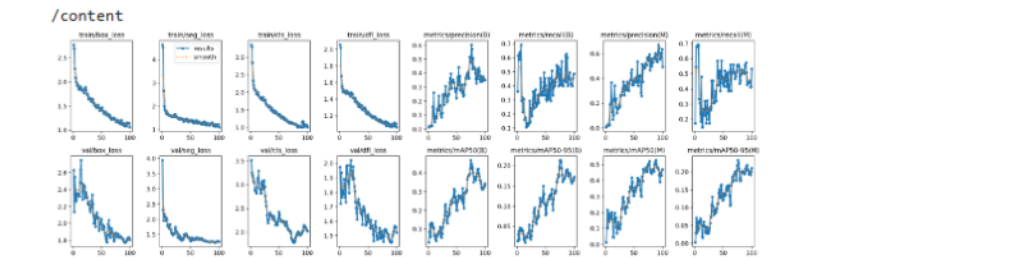
TRAINING DEGLI ALGORITMI DI A.I.

2024

```
%cd {HOME}
Image(filename=f'{HOME}/runs/segment/train/confusion_matrix.png', width=600)
```



```
[ ] %cd {HOME}
Image(filename=f'{HOME}/runs/segment/train/results.png', width=600)
```



```
Image(filename=f'{HOME}/runs/segment/train/val_batch0_pred.jpg', width=600)
```



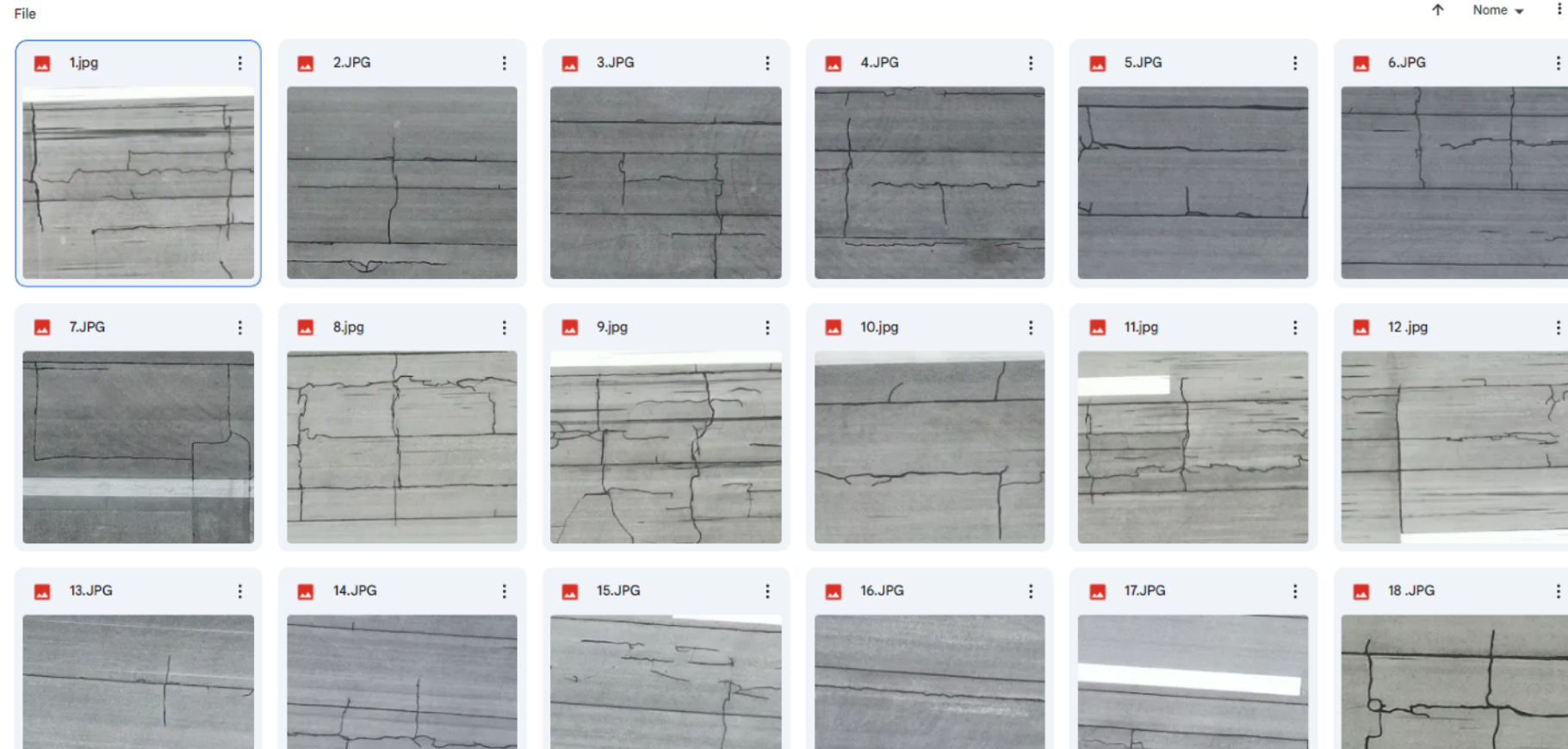
"Mettere ordine al disordine per vincere le sfide del futuro"





LOCAL INFERENCE SU FOTOGRAMMI PROVA

2024



"Mettere ordine al disordine per vincere le sfide del futuro"





ANALISI DEI PRIMI RISULTATI E CONSIDERAZIONI

2024



- Img: 11.jpg, Red pixels: 21777, Tot pixels: 706400, r: 30.83%
- Img: 1.jpg, Red pixels: 14472, Tot pixels: 598400, r: 24.18%
- Img: 2.JPG, Red pixels: 6989, Tot pixels: 625600, r: 11.17%
- Img: 3.JPG, Red pixels: 10629, Tot pixels: 556800, r: 19.09%
- Img: 4.JPG, Red pixels: 10674, Tot pixels: 578400, r: 18.45%
- Img: 5.JPG, Red pixels: 11169, Tot pixels: 423200, r: 26.39%
- Img: 6.JPG, Red pixels: 14300, Tot pixels: 624000, r: 22.92%
- Img: 7.JPG, Red pixels: 5862, Tot pixels: 556800, r: 10.53%
- Img: 8.jpg, Red pixels: 14550, Tot pixels: 622400, r: 23.38%
- Img: 9.jpg, Red pixels: 17772, Tot pixels: 607200, r: 29.27%
- Img: 10.jpg, Red pixels: 7195, Tot pixels: 437600, r: 16.44%
- Img: 12 .jpg, Red pixels: 18169, Tot pixels: 908000, r: 20.01%
- Img: 13.JPG, Red pixels: 8170, Tot pixels: 686400, r: 11.90%
- Img: 14.JPG, Red pixels: 10854, Tot pixels: 669600, r: 16.21%
- Img: 15.JPG, Red pixels: 16760, Tot pixels: 757600, r: 22.12%
- Img: 16.JPG, Red pixels: 10636, Tot pixels: 566400, r: 18.78%
- Img: 17.JPG, Red pixels: 12755, Tot pixels: 701600, r: 18.18%
- Img: 18 .JPG, Red pixels: 6327, Tot pixels: 224000, r: 28.25%
- Img: 19 .JPG, Red pixels: 4805, Tot pixels: 225200, r: 21.34%
- Img: 20.JPG, Red pixels: 4373, Tot pixels: 162409, r: 26.93%
- Img: 21.JPG, Red pixels: 3474, Tot pixels: 204216, r: 17.01%
- Img: 22.JPG, Red pixels: 7323, Tot pixels: 182800, r: 40.06%
- Img: 23.JPG, Red pixels: 5206, Tot pixels: 162812, r: 31.98%
- Img: 24.JPG, Red pixels: 7186, Tot pixels: 205312, r: 35.00%
- Img: 25.JPG, Red pixels: 4913, Tot pixels: 190688, r: 25.76%
- Img: 26.JPG, Red pixels: 4969, Tot pixels: 153583, r: 32.35%
- Img: 27.JPG, Red pixels: 4036, Tot pixels: 170850, r: 23.62%
- Img: 29.JPG, Red pixels: 2208, Tot pixels: 227292, r: 9.71%
- Img: 28.JPG, Red pixels: 9444, Tot pixels: 348754, r: 27.08%
- Img: 30.JPG, Red pixels: 5026, Tot pixels: 220180, r: 22.83%



"Mettere ordine al disordine per vincere le sfide del futuro"





PARAMETRO VALUTATIVO

2024

Definizione parametro valutativo oggettivo

ECCELLENTE

La pavimentazione è in condizioni quasi perfette

BUONO

Presenti lievi segni di usura o degrado

SUFFICIENTE

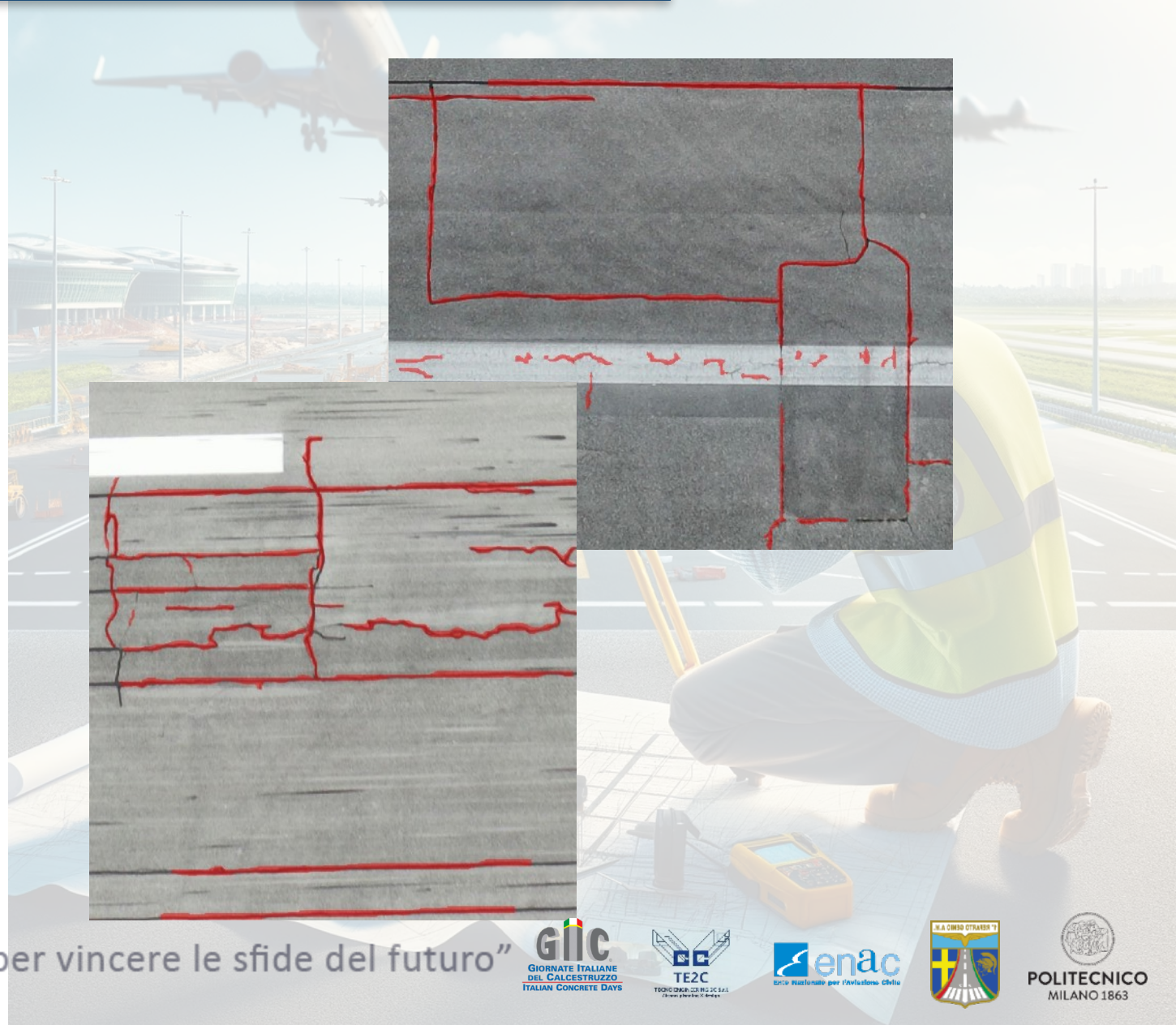
Moderati segni di usura

CRITICO

Livello di deterioramento importante

INADEGUATO

Degrado avanzato





SFIDE E CONSIDERAZIONI

2024

Implementazione dell'A.I. e dei droni nel PMS aeroportuale per:

- Affidabilità e standardizzazione
- Rapidità di esecuzione dei rilievi
- Post processing e analisi dataset automatizzato
- Integrazione con sistemi informatici esistenti
- Oggettività dei risultati



"Mettere ordine al disordine per vincere le sfide del futuro"





SFIDE E CONSIDERAZIONI

2024

Sfide da vincere:

- **Formazione del personale**
- **Privacy dei dati**
- **Affidabilità e standardizzazione**



"Mettere ordine al disordine per vincere le sfide del futuro"





CONCLUSIONI

2024

L'adozione dei droni e dell'A.I. nel sistema di gestione delle pavimentazioni offre la promessa di trasformare il mantenimento e la gestione delle pavimentazioni aeroportuali da un processo reattivo a uno proattivo. Non è quindi solo un passo avanti verso la modernizzazione delle nostre infrastrutture aeroportuali; è un salto verso la realizzazione di aeroporti più sicuri, efficienti e sostenibili per le generazioni a venire.



"Mettere ordine al disordine per vincere le sfide del futuro"





2024

Ten. Valerio PERRI, PhD student

valerio.perri@aeronautica.difesa.it

valerio.perri@polimi.it

«In un mondo che si evolve inesorabilmente, ricordiamoci che il futuro non è un luogo verso cui ci dirigiamo, ma un'idea che creiamo. Ogni passo che compiamo è un tratto di quel disegno»



"Mettere ordine al disordine per vincere le sfide del futuro"



POLITECNICO
MILANO 1863