



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
TUSCIA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO



UNIVERSITÀ
DI PISA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI PERUGIA



UNIVERSITÀ
DEL SALENTO



Sistema per la Rilevazione e Tracciamento di ostacoli fissi e in movimento per semoventi agricole

BRiC INAIL 2022 ID-04

La tecnologia per la sicurezza in agricoltura

Danilo Monarca, Pierluigi Rossi, Elisa Cioccolo (UNITUS)

Evento Conclusivo - 07/11/2025

INAIL

ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

Augmented awareness

L'obiettivo dell'utilizzo di sensori a bordo delle macchine agricole per l'identificazione di ostacoli fissi e mobili è quello di **coadiuvare l'operatore, piuttosto di sostituirlo.**

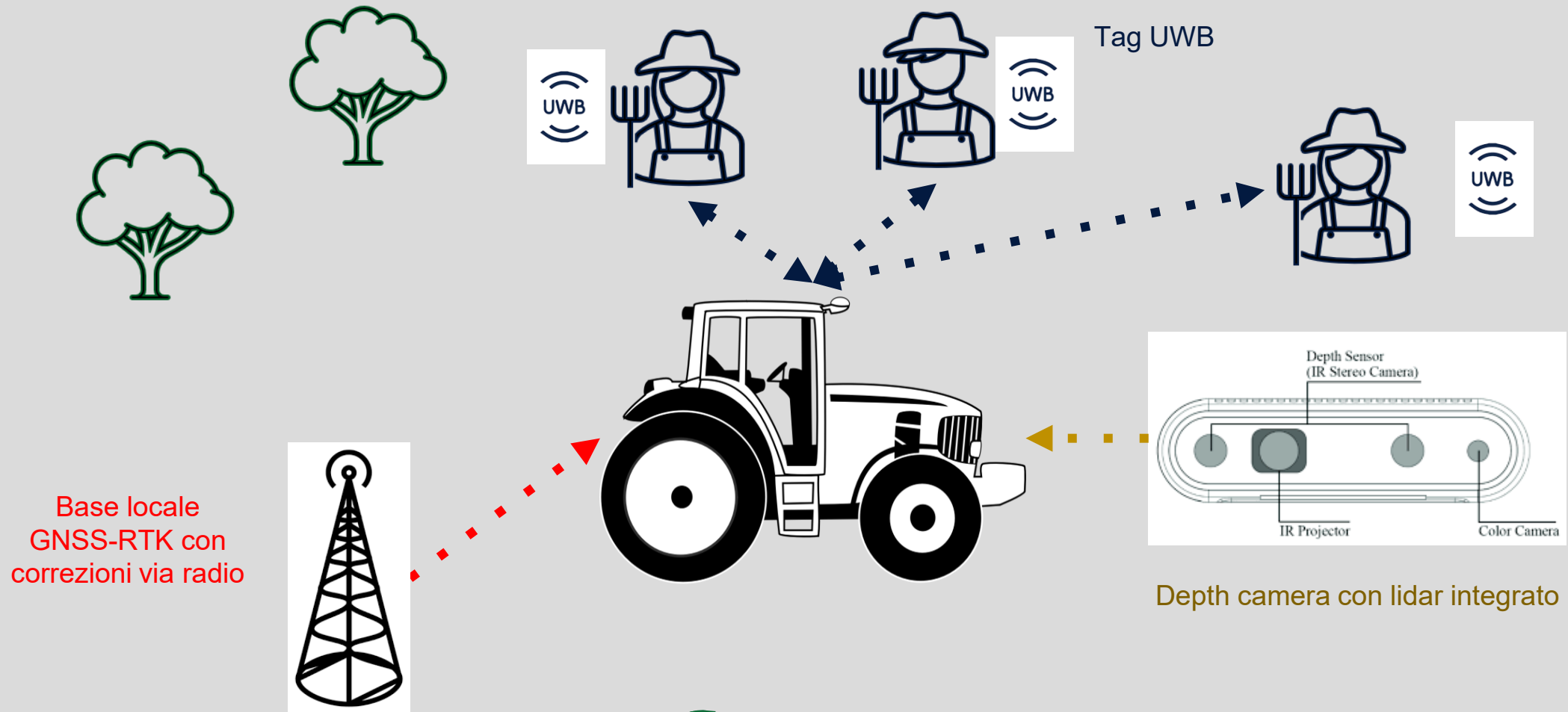
La chiave di lettura dell'uso di queste tecnologie deve essere fatto tenendo conto di alcune problematiche, quali:

- *Diminishing effect* nel tempo, dove l'operatore tenderà a delegare il sensore e a non curarsi più della presenza di ostacoli nelle manovre
- Falsi allarmi
- Scarsa affidabilità

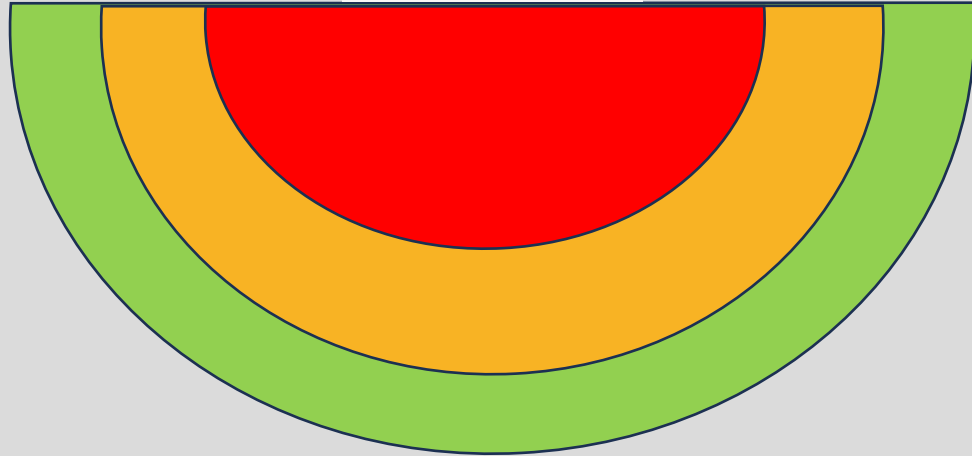
Anche la logica per generare gli alert dovrà quindi tenere conto **dell'effettiva traiettoria del mezzo.**



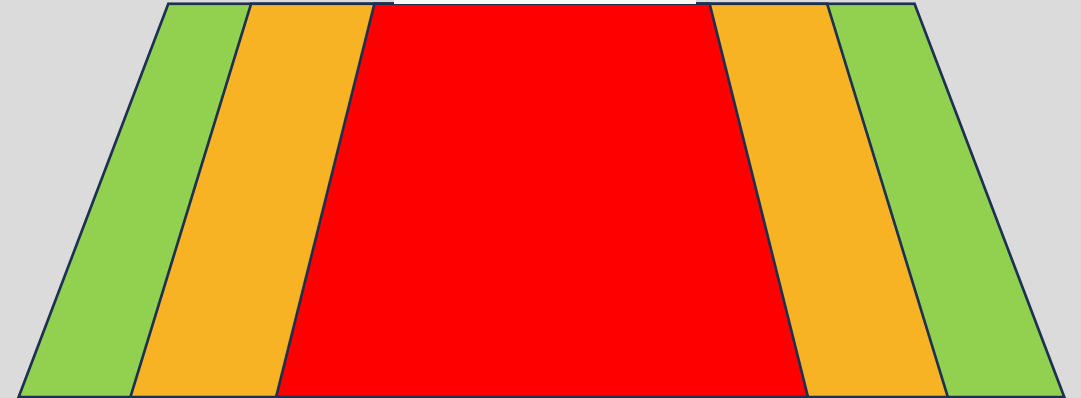
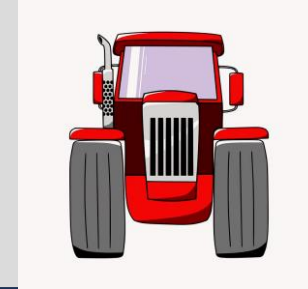
SIRTRAck - architettura hardware



Logiche di analisi di rischio



Logica basata sulla distanza mezzo-ostacolo



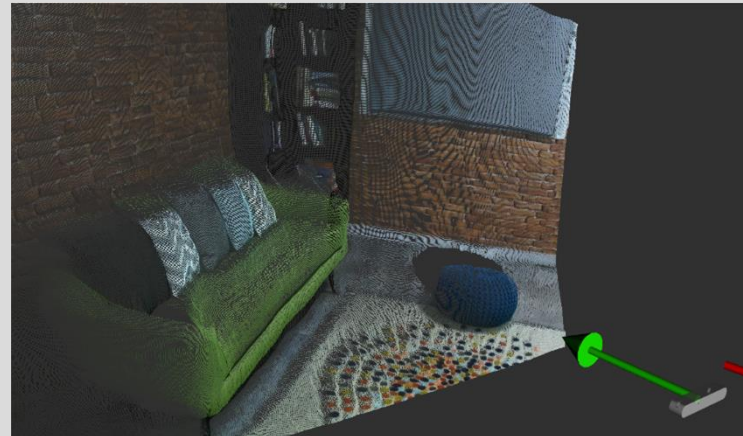
Logica basata sulla traiettoria del mezzo

Stereocamere (RGB-D)

Le stereocamere, o depth cameras, sono sensori ottici che integrano all'immagine anche la distanza (D).

Possono creare pointclouds del contesto in cui si trovano e definire gli ostacoli nello spazio.

Sono spesso unite a lidar per compensare errori nel breve e in condizioni di scarsa illuminazione.



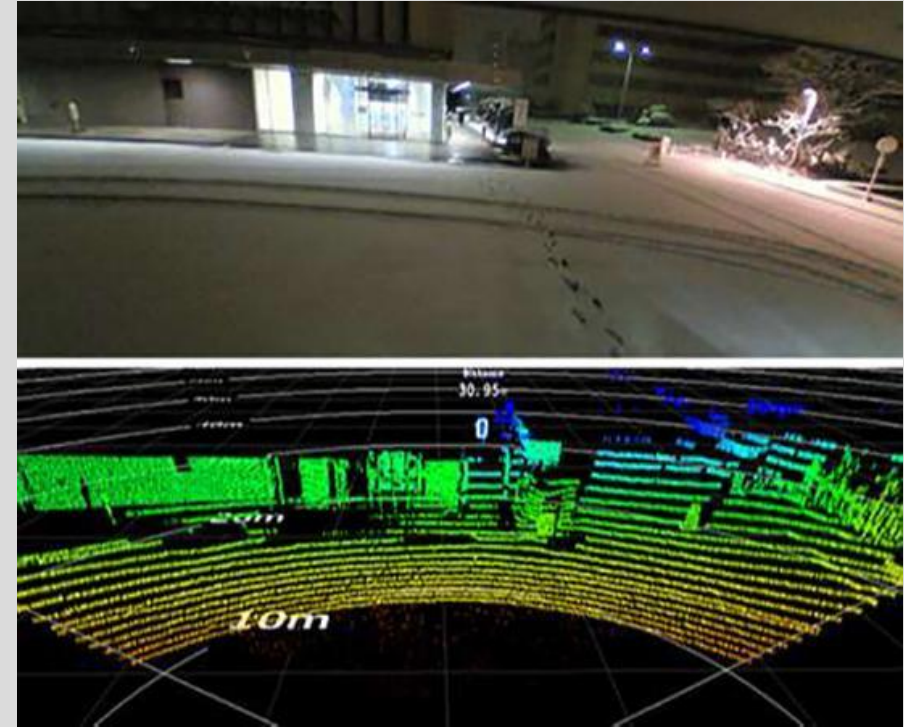
Lidar 2D – esempio applicativo

I lidar sono strumenti di misura basati su laser ranging e possono misurare:

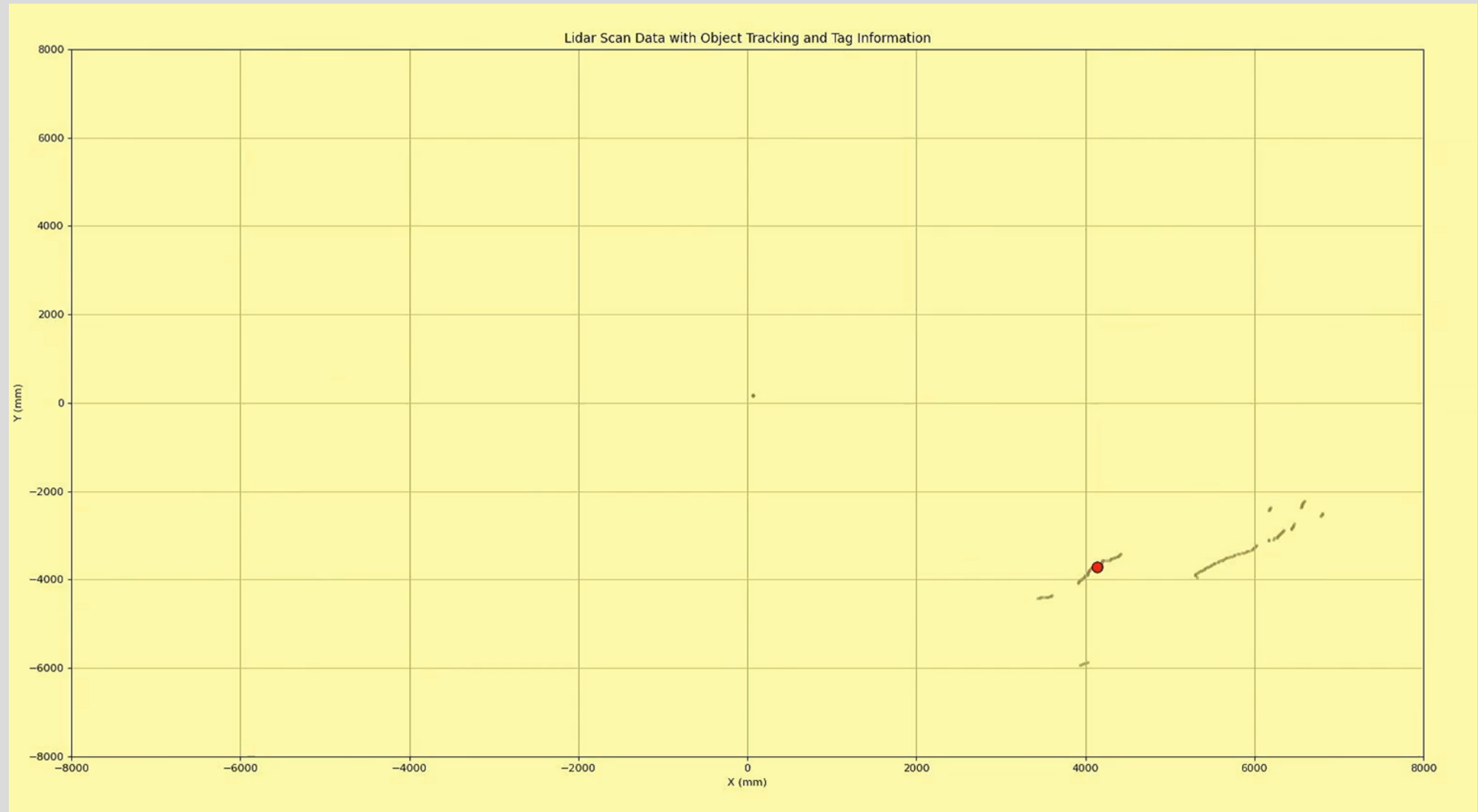
- Distanze puntuali
- Superfici
- Spazi tridimensionali

Il range varia da pochi metri a decine di metri. Nel caso del progetto il lidar è stato utilizzato nella versione 2D, per verificare la presenza di operatori in campo in un range di circa 12 metri.

Gli operatori erano inoltre forniti di TAG UWB, che hanno consentito quindi l'identificazione della sagoma visibile sul lidar con l'identità dell'operatore che si avvicina al veicolo.



Lidar 2D – esempio applicativo



Algoritmo di identificazione ostacoli e stima del rischio

Analisi della distanza con RGB-D

- Identificazione ostacoli con frame a colori
- Calcolo centroide dell'ostacolo e stima distanza
- Stima distanza frontale e laterale rispetto alla telecamera

Analisi della distanza con lidar

- Rilevazione 2D
- Analisi cluster punti contigui

Stima del rischio

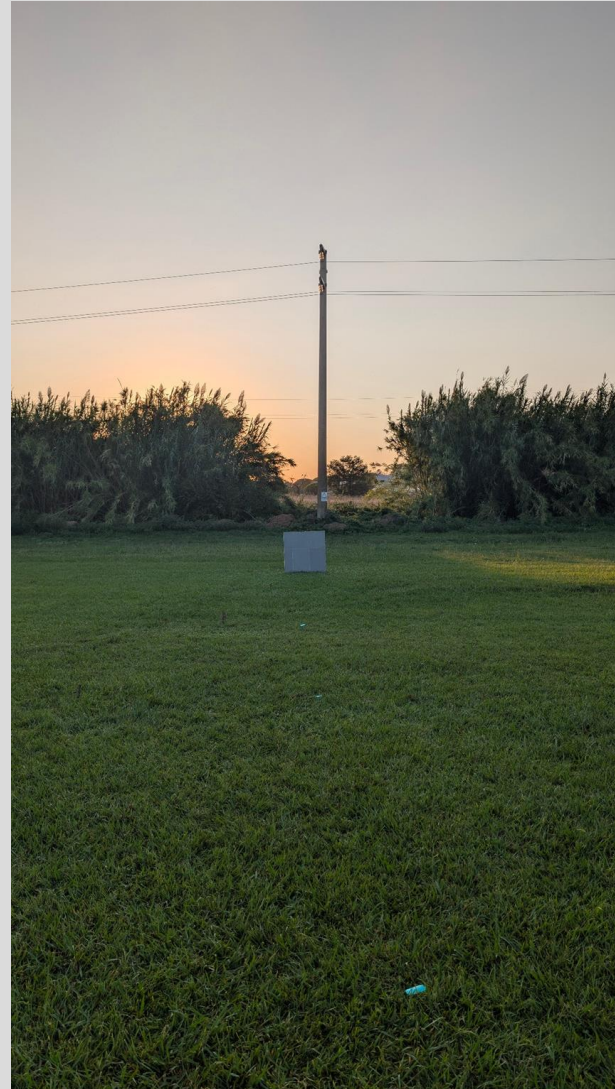
- Modello di errore depth camera basato su angolo, distanza e illuminazione
- Tracking degli ostacoli mobili e confronto con traiettoria del mezzo

Layout del pannello di prova

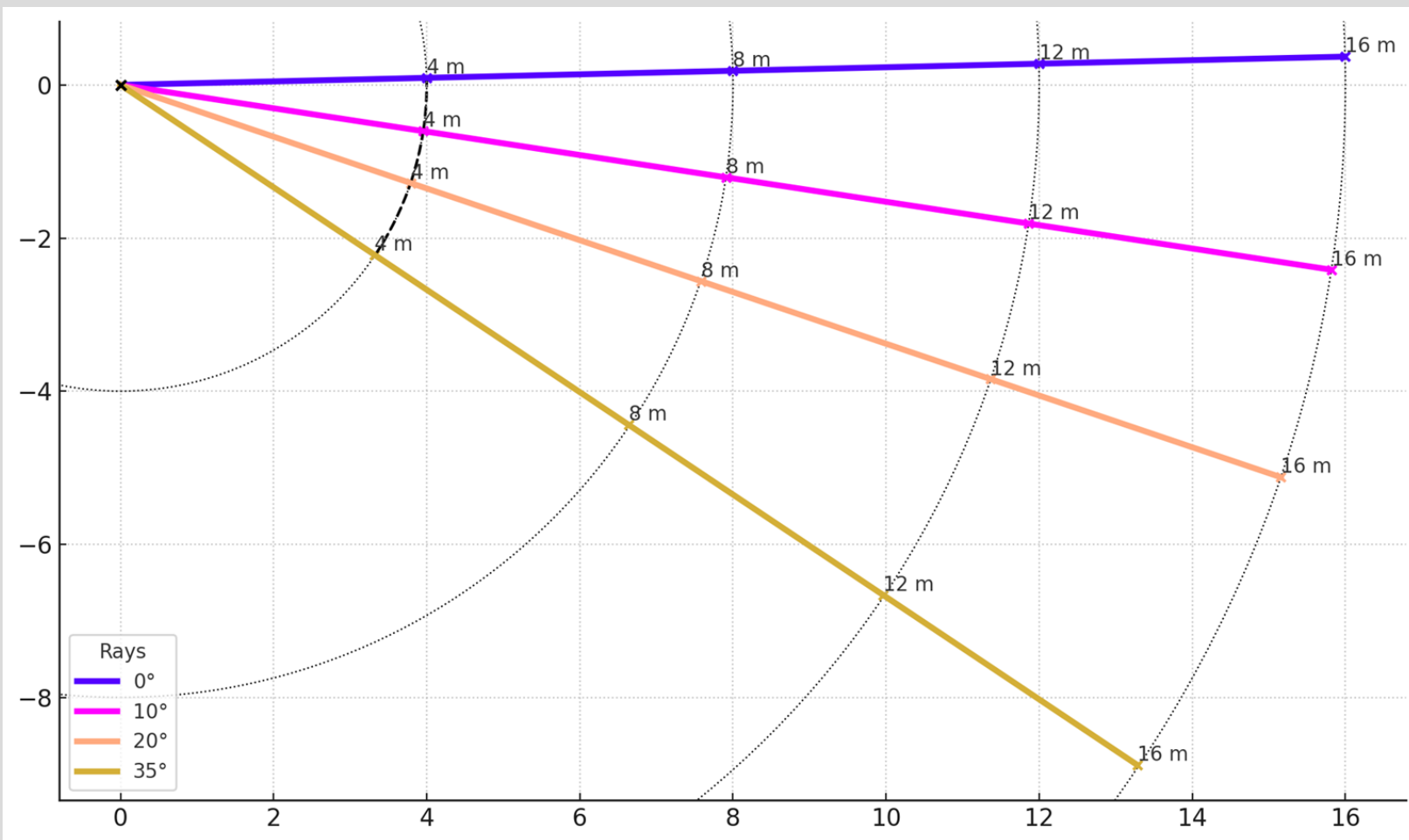
Per testare la misura della stereocamera, un pannello di 1 m^2 è stato utilizzato come superficie piana da dover individuare all'interno di ogni frame della telecamera.

Il colore è grigio per evitare problematiche dovute a riflessione della luce e consentire di disegnare correttamente un box quadrato attorno al target nei frame.

L'obiettivo è misurare la distanza del pannello a varie distanze, condizioni di illuminazione ed angolazioni. Per ogni prova, è stato raccolto un campione video di 5 secondi e 30 frames per second (fps).



Layout delle prove in campo



Sono state identificate **quattro angolazioni di interesse:**

- 0 gradi rispetto alla telecamera (frontale)
- 10 gradi
- 20 gradi
- 35 gradi (bordi del FoV)

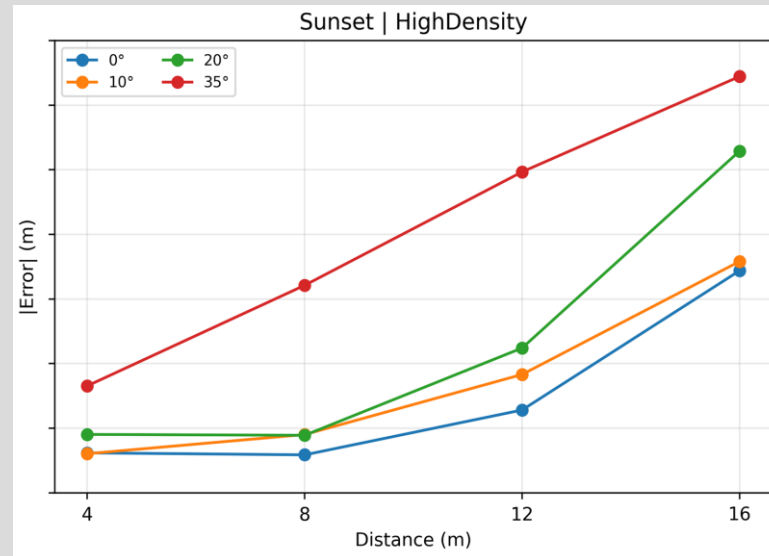
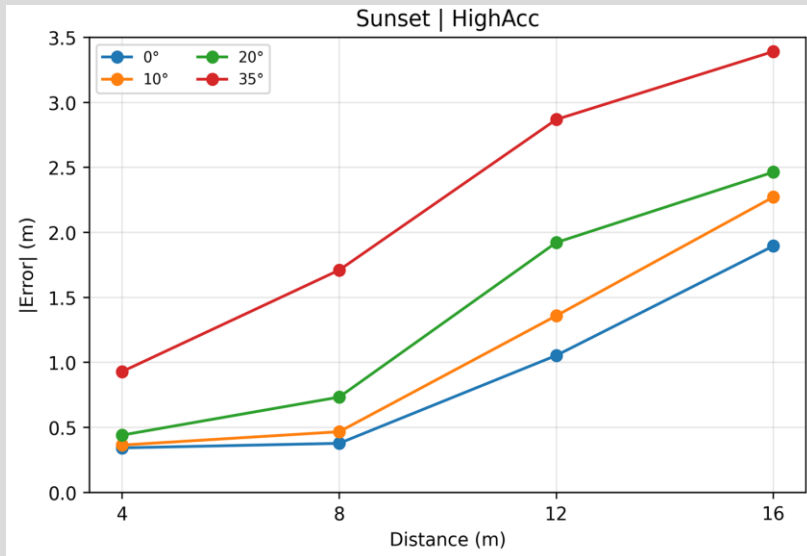
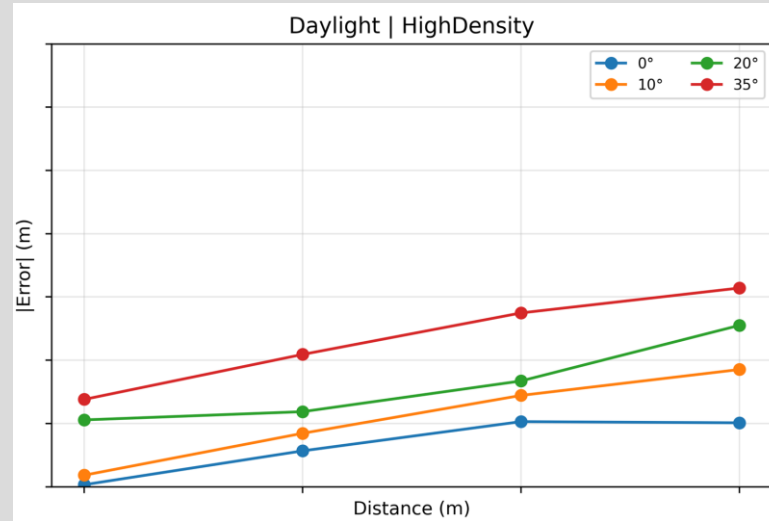
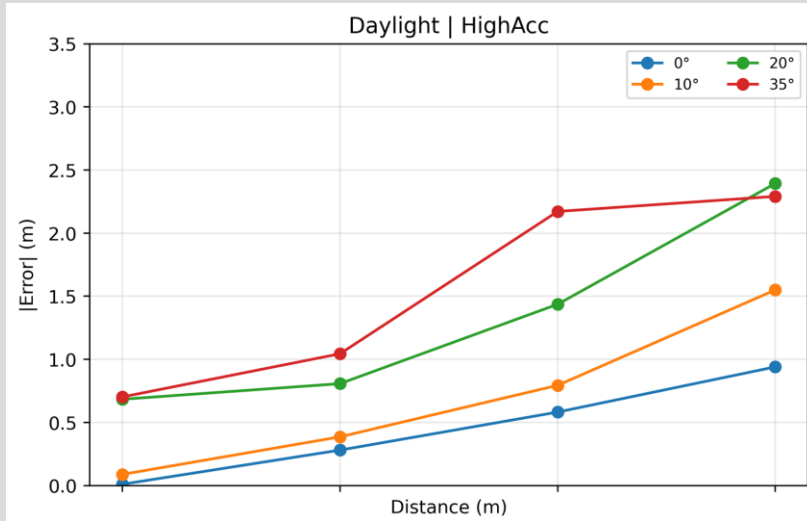
Sono stati testate **4 distanze:**

- 4 metri
- 8 metri
- 12 metri
- 16 metri

Con le seguenti **4 impostazioni:**

- High Precision, laser OFF
- High Precision, laser ON
- High Density, laser OFF
- High Density, laser ON

Risultati delle prove



Le prove hanno mostrato come, in ambienti outdoor, la presenza del **laser emitter non generi un miglioramento tangibile** della distanza misurata.

Per ogni scenario, sono stati calcolati gli errori medi di misura rispetto alla distanza in cui si trovava il target.

Gli scenari con **piena luce del giorno hanno riportato gli errori più bassi**, congiuntamente con ostacoli posizionati ad angoli più centrali del frame (0 e 10 gradi).



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
TUSCIA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO



UNIVERSITÀ
DI PISA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI PERUGIA



UNIVERSITÀ
DEL SALENTO



Sistema per la Rilevazione e Tracciamento di ostacoli fissi e in movimento per semoventi agricole

BRiC INAIL 2022 ID-04

La tecnologia per la sicurezza in agricoltura

Danilo Monarca, Pierluigi Rossi, Elisa Cioccolo (UNITUS)

Evento Conclusivo - 07/11/2025

INAIL

ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO