

26 maggio 2026
dott. ing. Leonardo Vita



AMBIENTE LAVORO

36° Salone della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro

INAIL

CONVEGNO NAZIONALE SICUREZZA 2026 – MACCHINE

Un requisito di sicurezza, diverse soluzioni: la valutazione del rischio per una sicurezza applicata

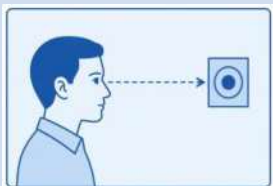
Campo di visibilità nelle macchine semoventi: evoluzione tecnica e riferimenti normativi

Requisito Essenziale di Sicurezza (RES) 3.2.1 – Posto di guida

La visibilità dal posto di guida deve essere tale da consentire al conducente di far muovere la macchina e i suoi utensili nelle condizioni di impiego prevedibili, **in tutta sicurezza per sé stesso e per le persone esposte**. In caso di necessità, **adeguati dispositivi devono rimediare ai pericoli dovuti ad insufficiente visibilità diretta**.



TIPI DI VISIONE



Visione diretta: visione dell'area circostante ottenuta direttamente dall'operatore dalla posizione di guida, senza l'uso di dispositivi ausiliari.



Visione indiretta: visione dell'area circostante ottenuta mediante dispositivi di visione ausiliari (specchi, sistemi camera-monitor o sensori), utilizzati per compensare le zone non visibili direttamente



Progettazione per visibilità diretta

La progettazione mira a ridurre i pericoli tramite configurazioni geometriche che garantiscono una visibilità diretta adeguata dalla cabina.

Integrazione di ausili visivi

Specchi, sistemi video a circuito chiuso o altri dispositivi aiutano l'operatore a monitorare le aree non visibili direttamente, migliorando la sicurezza.

Allo scopo possono essere utili eventuali **norme di riferimento** per la definizione di specifiche metodologie di verifica di visibilità dalla postazione di guida.

RIFERIMENTI NORMATIVI

ISO 5006:2017 Macchine movimento terra - Campo visivo dell'operatore - Metodo di prova e criteri di prestazione

EN ISO 16001:2017 Macchine movimento terra - Sistemi di rilevamento oggetti e aiuti alla visibilità - Requisiti di prestazione e prove

ISO 13564-1:2022 Carrelli industriali a motore - Metodi di prova per la verifica della visibilità - Parte 1: Carrelli con operatore seduto e in piedi e carrelli a braccio telescopico con capacità fino a 10 t inclusa

Macchine agricole?

NWIP - Agricultural machinery — Operator's field of vision from self-propelled machinery — General design requirements, test procedures and acceptance criteria

MACCHINE MOVIMENTO TERRA

Table 1— Visibility performance criteria

Dimensions in millimeters

Operating (empty) mass according to ISO 6016, m,t	A	B	C	D	E	F	RB	
---	---	---	---	---	---	---	----	--

ISO 5006

Visibility test circle

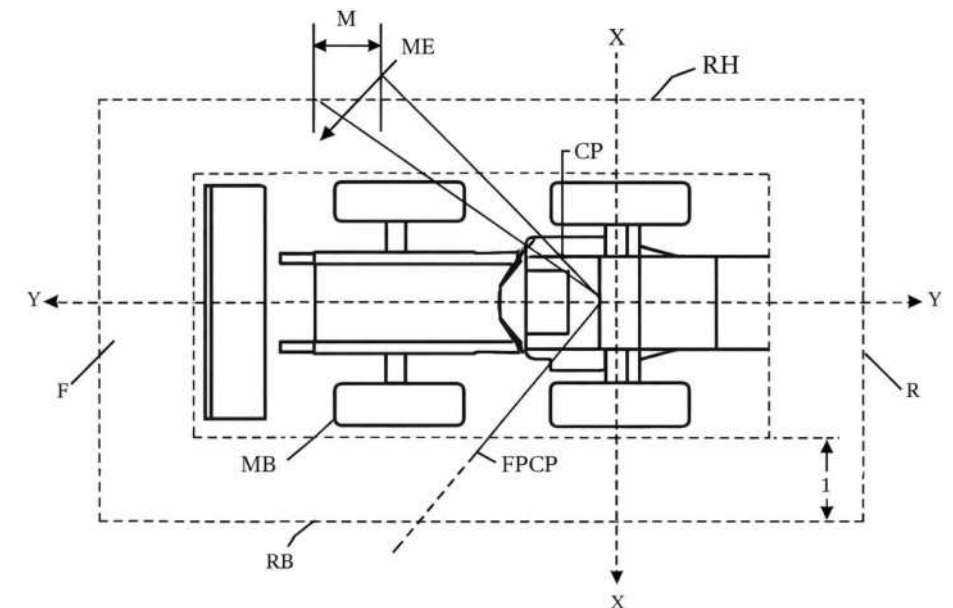
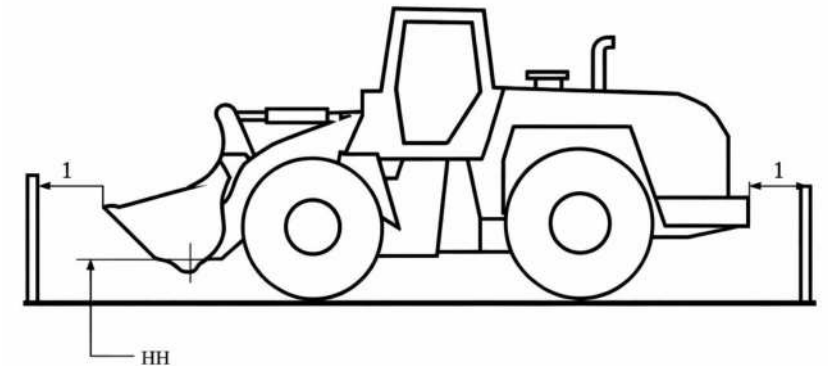
12 m radius

The first row for each machine type is the allowed eye spacing. The second row is the allowed number and width of maskings.

Wheel loader	< 10	205	205	205	205	65	405	
$m < 10$	65	–	–	1 - 700 and 1 - 1 300	1 - 700 and 1 - 1 300)	(1 - 700 and (1 - 2 000) or	300	

ISO 5006 - mascheramenti

ISO 5006 – Rectangular boundary



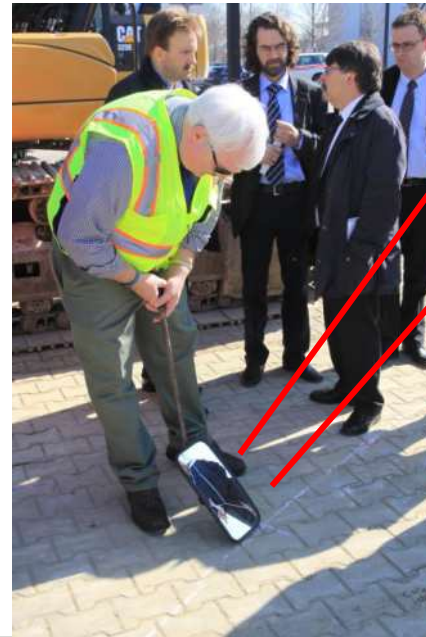
MASCHERAMENTI

Misurazione dei mascheramenti

Inizio mascheramento



Fine mascheramento



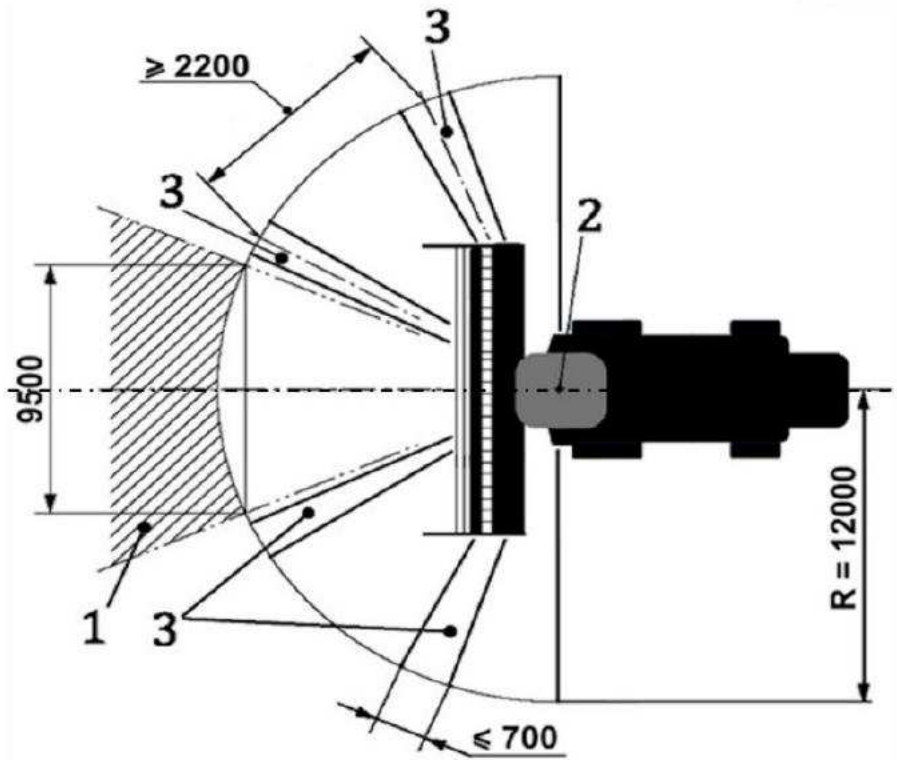
ISO 5006
sorgente luminosa

ISO 5006
verifica visibilità del fascio di luce

CARRELLI INDUSTRIALI ISO 13564-1



La norma di riferimento (ISO 13546) prevede delle prove sperimentali basate su un fascio di luce emesso da una sorgente luminosa posta al di sopra del sedile (occhi dell'operatore) che deve illuminare almeno il **20% della superficie** di pannelli di dimensioni note, posti a circa **1200 mm** dal margine del carrello (forche escluse).



a) Semi-circle of vision to the front according to 6.

E' in fase di definizione una progetto di norma per la verifica della visibilità delle macchine agricole.

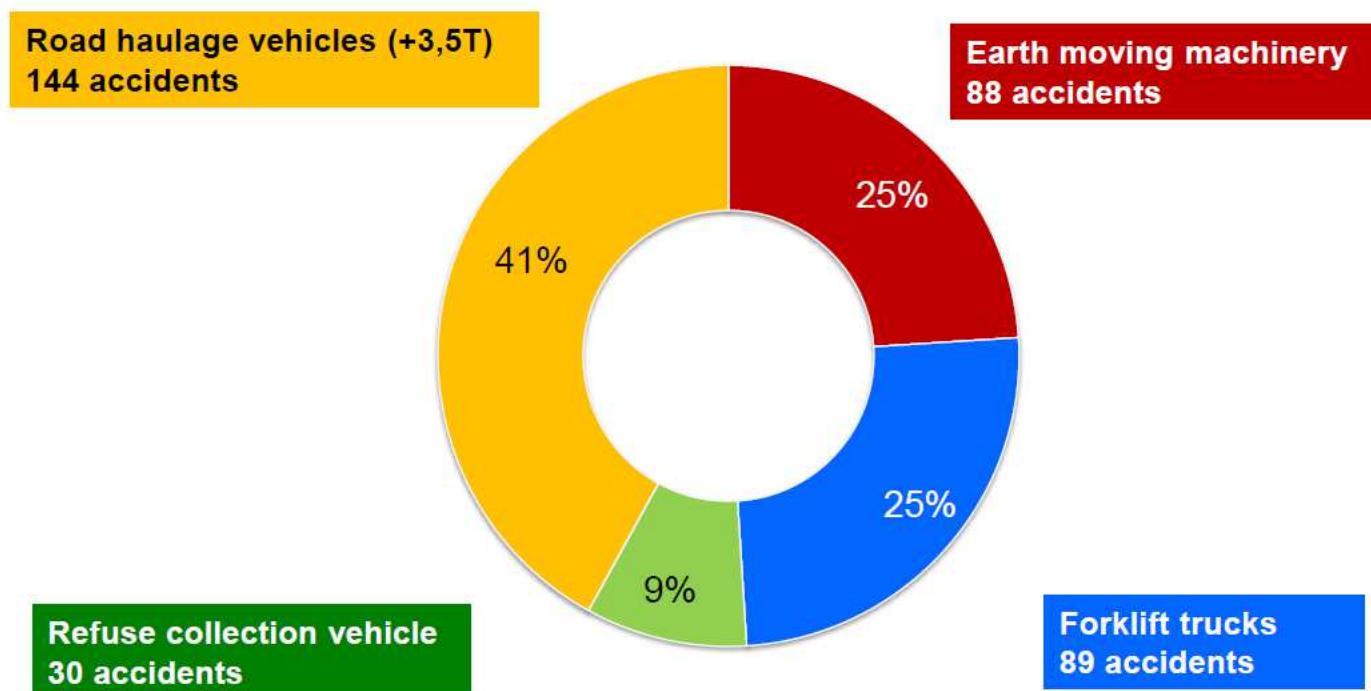
La verifica è basata sulla visibilità di un **fascio di luce** emesso dalla postazione di guida, sia in corrispondenza di un **semi cerchio frontale di raggio 12 m**, che **lateralmente e posteriormente** rispetto al margine della macchina **ad un'altezza da terra di circa 1 m**. Sono ammessi **mascheramenti**.

INVESTIMENTO DI OPERATORI A TERRA IN FRANCIA

1997 - 2015

Accident data in France

Repartition of the 351 accidents involving pedestrian collision



Cosenza, a 25 anni muore sul lavoro travolta dal trattore guidato dal padre



La ragazza stava raccogliendo patate nel podere di famiglia in Calabria. Nei primi otto mesi del 2021 i decessi sul lavoro sono stati 772

07 NOVEMBRE 2021 AGGIORNATO ALLE 19:56

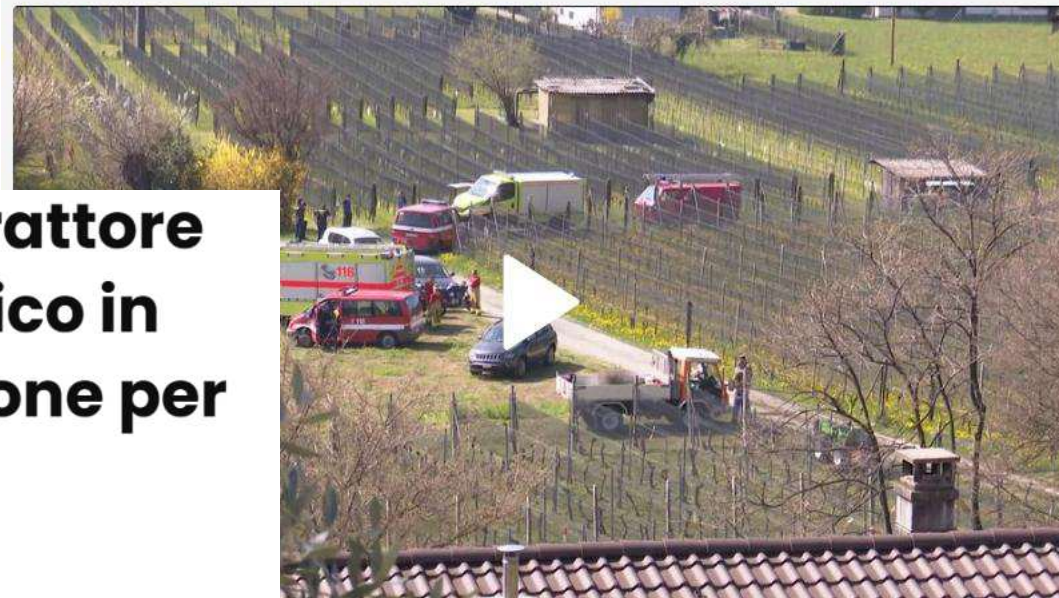
Bimbo di 5 anni investito dal trattore del nonno, San Giovanni Incarico in ansia per Francesco: l'operazione per salvargli il piede

Il piccolo è stato trasferito al "Bambin Gesù"

Un 57enne cittadino svizzero, domiciliato nella regione, è morto investito da un trattore poco prima delle 11 di sabato a Castel San Pietro. L'uomo stava lavorando in una vigna in zona Gorla insieme a una 48enne italiana, che - alla guida del mezzo - lo ha travolto uccidendolo.

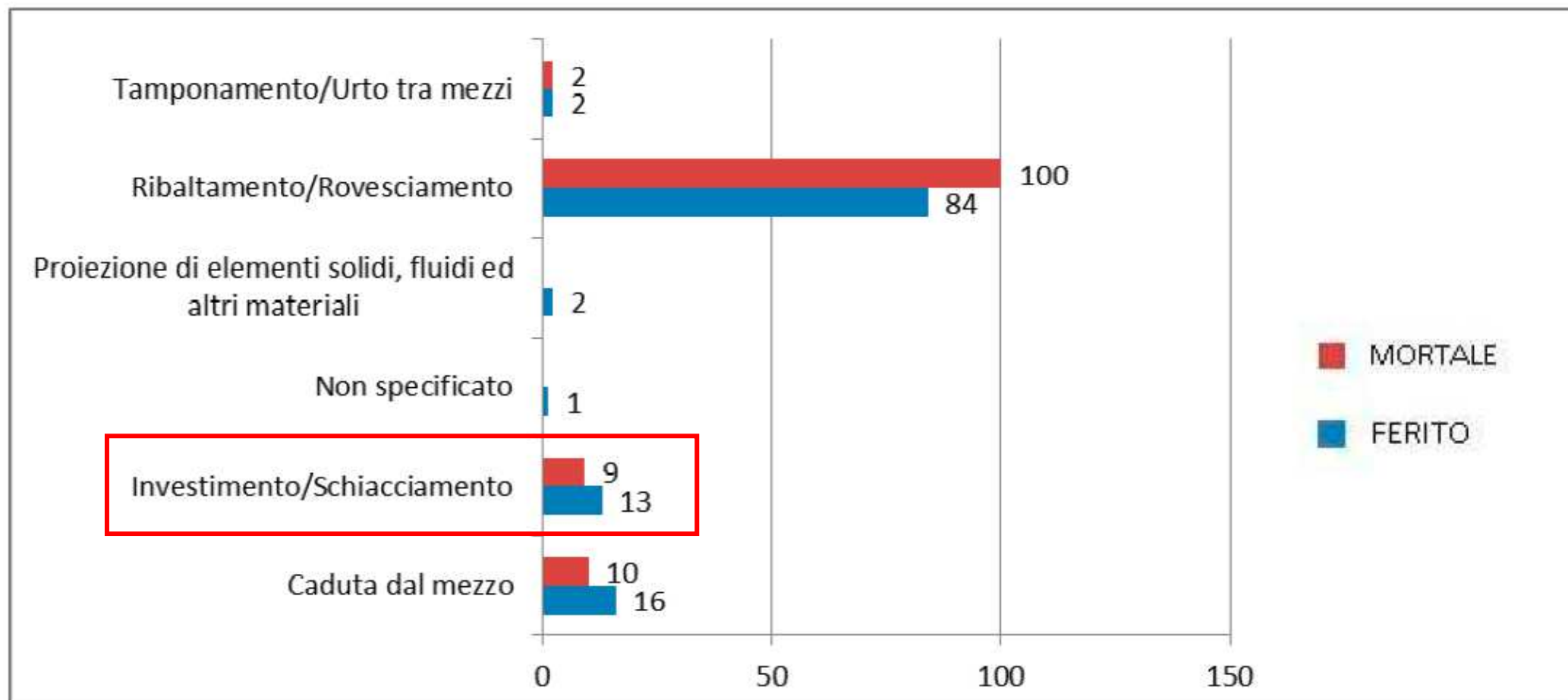
I soccorritori del SAM, intervenuti insieme a polizia e pompieri, non hanno potuto fare altro che constatare il decesso dell'uomo. Per prestare sostegno psicologico è stato richiesto l'intervento del Care Team.

Le cause dell'incidente sono oggetto di inchiesta.



OSSERVATORIO INFORTUNI DIT

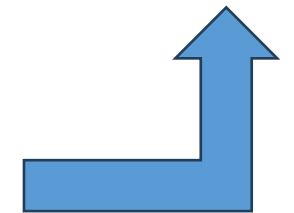
Anno 2014



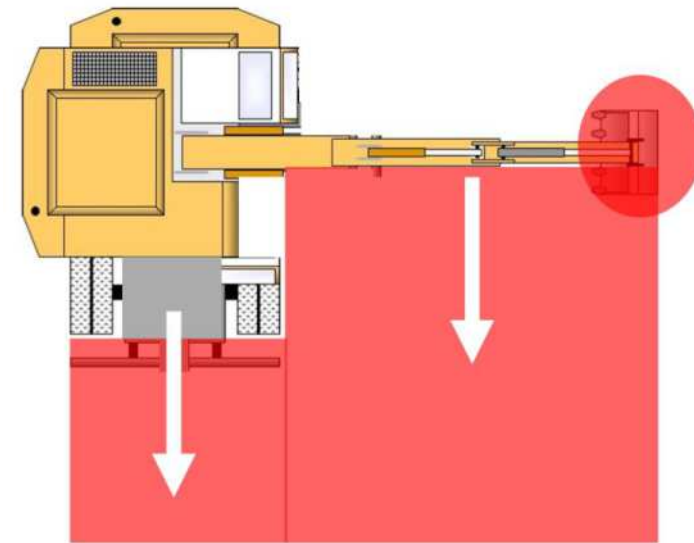
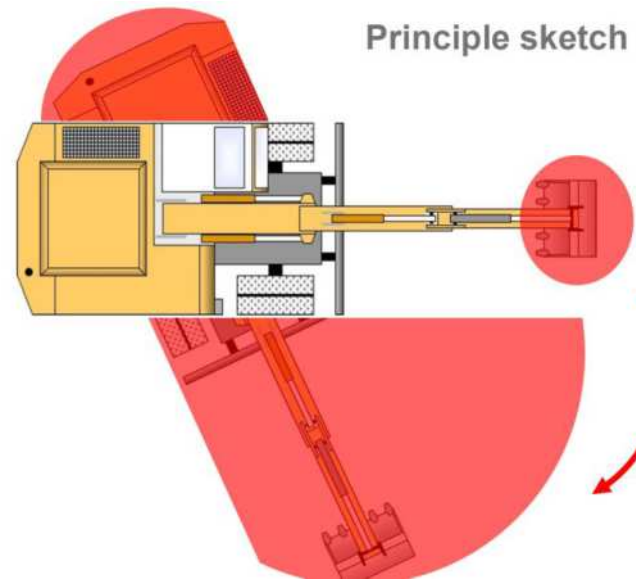
VISIBILITÀ LOGISTICA PORTUALE

L'uso di attrezzature di lavoro e macchine semoventi con operatore a bordo **in contesti in cui sono presenti anche altri lavoratori a terra**, quali quelli logistico, cantieristico e agricolo-forestale, risulta essere sempre più diffuso.

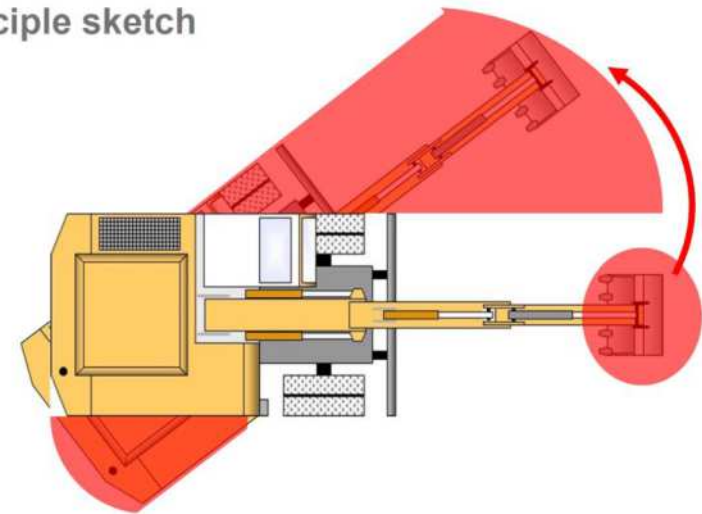
In tali situazioni il **rischio di investimento** assume particolare rilevanza.



ESCAVATORI



Principle sketch



VISIBILITÀ E INTELLIGENZA ARTIFICIALE

L'uso di attrezzature di lavoro e macchine semoventi con operatore a bordo **in contesti in cui sono presenti anche altri lavoratori a terra** comporta un significativo aumento del rischio operativo.

In tali situazioni il **rischio di investimento** assume particolare rilevanza, richiedendo soluzioni capaci di migliorare il controllo dell'area circostante e la consapevolezza del conducente.

Per ridurre detto rischio ed **aumentare la visibilità dal posto di guida**, vengono impiegati sistemi di visione e telecamere intelligenti per **rilevare dinamicamente ostacoli o persone** nelle vicinanze, anche mediante algoritmi di machine learning basati sull'**intelligenza artificiale**.

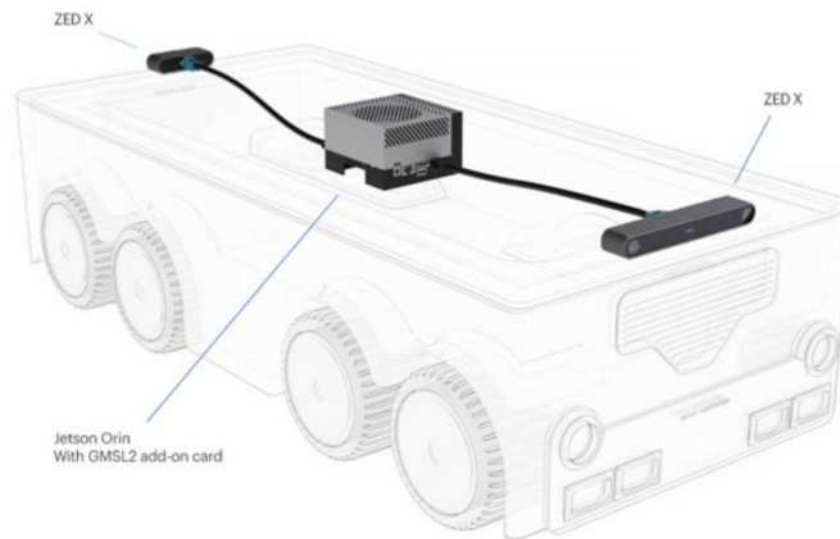


ATTIVITÀ DI RICERCA



È stata **allestita una macchina in uso nel settore agricolo e un trattore agricolo** con un sistema di rilevamento a distanza con visione artificiale ed elaborazione delle immagini attraverso algoritmi di **intelligenza artificiale** basati su **reti neurali convoluzionali** (CNN).

L'obiettivo è di verificare le capacità di rilevamento dei sistemi di visione impiegati attraverso specifiche **prove sperimentali in campo**.



PROVA SPERIMENTALE

Hardware



SMART
TRACK 



INAIL

BRIC 2022 ID04

I partner coinvolti nel progetto sono:

- **Università' degli Studi della Toscana** - dipartimento di scienze agrarie e forestali
- **Università degli Studi di Milano** - Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali (DiSAA)
- **Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria (CREA)** - Dipartimento di Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari
- **Università di Pisa** - Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale e dell'informazione
- **Università degli Studi di Perugia** - Dipartimento di Ingegneria
- **Università del Salento** - Dipartimento di Ingegneria dell'Innovazione
- **FACMA – Kiwitron – ITWay e CIA Grosseto**

INAIL

ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
TUSCIA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI PERUGIA



UNIVERSITÀ DI PISA



UNIVERSITÀ
DEL SALENTO



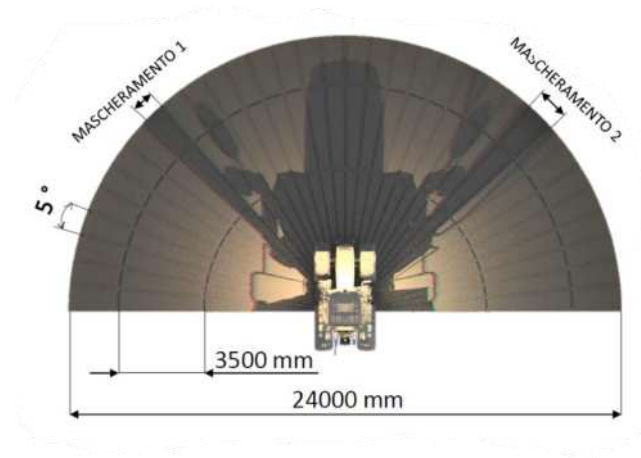
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

INAIL

OBIETTIVO DEL PROGETTO

La ricerca ***SIRTRack – Sistema per la Rilevazione e Tracciamento di ostacoli fissi e in movimento per semoventi agricole*** ha l'obiettivo di progettare un sistema in grado di individuare ostacoli fissi e dinamici in ambito agricolo.

Il progetto si basa su una struttura a diversi livelli di indagine che integra **sensori a ultrasuoni, camere di profondità georeferenziate e sistemi di elaborazione delle immagini basati su logiche di autoapprendimento.**



PROVE SPERIMENTALI – TREVIGLIO (BG)

Novembre 2023 – Dicembre 2024



BRIC 2022 ID04 - EVENTO FINALE 7 NOVEMBRE 2025

Sistema per la rilevazione e il tracciamento di ostacoli fissi e in movimento per semoventi agricole (SIRTRAck)

Il seminario è l'evento conclusivo del progetto BRIC ID 04/2022

È in programma venerdì 7 novembre alle ore 9.00, presso la sala Conference center della sede Inail di via IV novembre a Roma, il seminario "Sistema per la rilevazione e il tracciamento di ostacoli fissi e in movimento per semoventi agricole (SIRTRAck)". L'evento intende dare evidenza agli esiti del progetto "SIRTRAck" promosso dall'Istituto attraverso il Bando ricerche BRIC ID 04/2022 e realizzato dal Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici (Dit) dell'Inail e dal Dipartimento DAFNE dell'Università della Tuscia di Viterbo, dai Dipartimenti DII e DICI dell'Università di Pisa, dal Dipartimento DISAA dell'Università di Milano, dal Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Perugia, dal Dipartimento di Ingegneria dell'innovazione dell'Università del Salento e dal CREA-IT di Treviglio.

Il seminario illustrerà i risultati del BRIC e quindi le soluzioni sperimentate da applicare ai trattori e alle macchine semoventi con operatore a bordo in uso nel settore agricolo, soluzioni tecniche che consentano di rilevare in tempo reale la presenza dinamica di lavoratori a terra e/o di ostacoli in prossimità del mezzo, al fine di aumentarne il livello di sicurezza. Conclude l'evento una sessione dimostrativa di sistemi di visione.



<https://www.inail.it/portale/it/inail-comunica/eventi/evento.2025.10.sistema-per-la-rilevazione-e-il-tracciamento-di-ostacoli-fissi-e-in-movimento-per-semoventi-agricole.html>

USO DELLE TELECAMERE (CCTV)



Fonte HSE

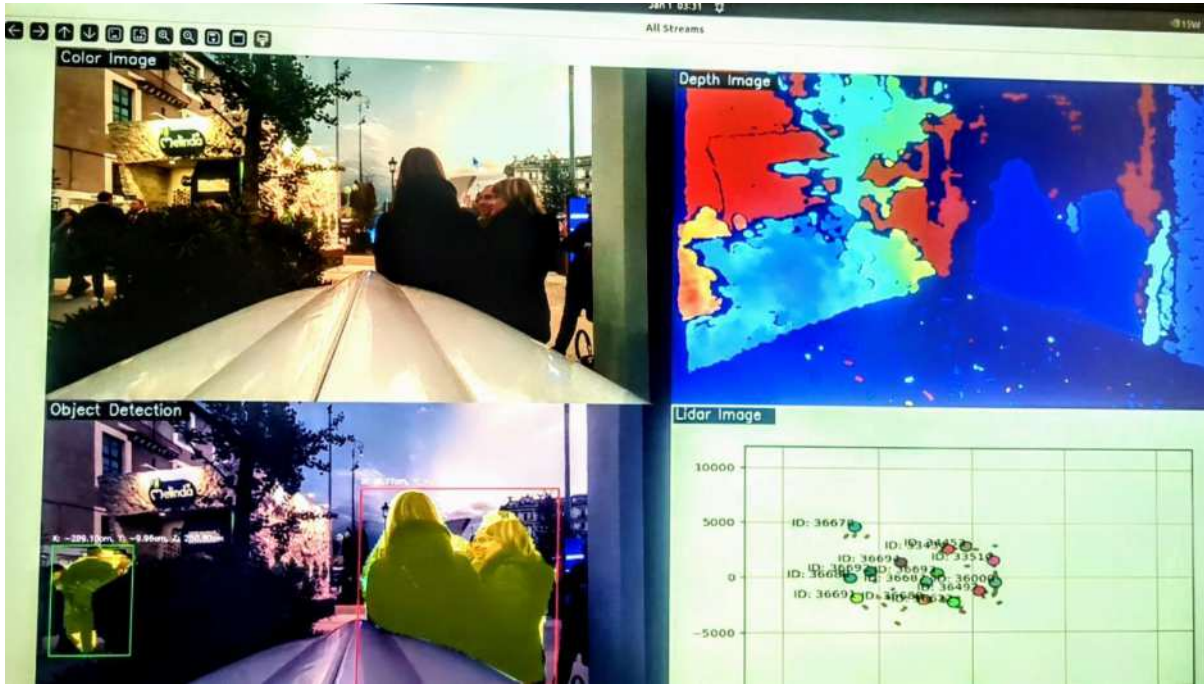
L'uso delle telecamere comincia ad essere diffuso anche sulle macchine mobili.

Il monitor in cabina non sempre è collocato in **posizioni ergonomiche** per l'operatore.

Le dimensioni del monitor e le sue regolazioni devono **garantirne la visione** in qualsiasi condizioni ambientale.

L'operatore deve **prestare attenzione** al monitor anche **durante le fasi di lavoro** per poter **individuare** la presenza di eventuali **operatori a terra**.

RUOLO DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE



L'Intelligenza Artificiale (IA) è stata educata a **riconoscere operatori a terra** in diversi contesti lavorativi (campi, aree portuali, cantieri, ecc.) anche se **parzialmente visibili** (accovacciati, coperti da piante o altri ostacoli, ecc.).

Combinando le informazioni provenienti da più sensori e dall'analisi delle immagini delle telecamere, l'IA può **essere di supporto** per la **rapida individuazione** di operatori a terra.

Con le informazioni provenienti dalla macchina semovente, quali **velocità e direzione di avanzamento**, l'IA può generare un **avviso selettivo** all'operatore a bordo solo se la persona a terra risulta realmente in una **posizione a rischio di collisione**.

L'operatore a bordo macchina continua ad avere un **ruolo attivo** nella scelta delle azioni da intraprendere, **coadiuvato e facilitato nella scelta dall'uso dell'IA.**

CONCLUSIONI

I sistemi di visione avanzata basati su AI stanno trovando crescente applicazione in ambiti come movimento terra, logistica e agricoltura, offrendo un **contributo significativo alla riduzione del rischio** di interferenze e investimento.

Esistono delle norme tecniche (ad esempio ISO 16001 - *Sistemi di rilevamento oggetti e aiuti alla visibilità - Requisiti di prestazione e prove*) che definiscono i requisiti di sistemi di visione ausiliari. Nella norma sono previste metodologie di prova anche per **sistemi che rilevano la presenza di persone attraverso la morfologia**, fornendo alcuni parametri tecnici e condizioni di accettazione.



POSSIBILI SVILUPPI FUTURI

In prospettiva, è necessario:

- tenere conto dello sviluppo dei **Regolamenti europei** (macchine, AI act, Cyber resilience act, data act);
- per i dispositivi che **interagiscono** con le funzioni della macchina definire appropriati livelli di **sicurezza funzionale** (safety related part of contro system);
- definire la **gestione IA** (governance del software) anche in relazione a falsi positivi e **falsi negativi** (esempi possono trovarsi nelle specifiche tecniche della GS-BAU tedesca).

*Grazie per
l'attenzione*



INAIL

Dipartimento Innovazioni Tecnologiche e Sicurezza
degli Impianti, Prodotti ed Insediamenti Antropici
Laboratorio I – Sicurezza nei settori ad alto indice infortunistico
Cantieristica e agricolo-forestale

Ph.D. dott. ing. Leonardo Vita
Ricercatore
via Fontana Candida 1
00078 Monte Porzio Catone (RM)
Tel. +39 0694181566 (rpv 818566)
Email: l.vita@inail.it