

## Analisi del deterioramento delle strutture di protezione su trattori ad elevata anzianità d'uso

### I. PREMESSA

In Italia, l'obbligo del montaggio di una struttura di protezione in caso di ribaltamento dei trattori agricoli e forestali standard di nuova costruzione è in vigore dall'1.1.1974. In periodi successivi (1987, 1996, ...), tale obbligo è stato esteso progressivamente ad altre categorie di trattori (a carreggiata stretta, a cingoli, ecc.).

Per i trattori cosiddetti "usati" (cioè quelli venduti prima del 1974), ai fini del raggiungimento di un livello di sicurezza equiparabile alle macchine già soggette all'obbligo, è stata emanata nel 1981 la Circolare n. 49/81 del Ministero del Lavoro ("telai per trattori usati"), che ha previsto la definizione e l'applicazione di alcune tipologie di telai di protezione a due montanti posteriori, di costruzione semplificata.

La citata Circolare è stata aggiornata nel 2007 dalle *Linee guida per l'aggiornamento dei trattori agricoli e forestali ai requisiti minimi di sicurezza per l'uso in sicurezza delle attrezzature di lavoro previsti al punto 1.3 dell'allegato XV del Dlgs 359/99: STRUTTURE DI PROTEZIONE*, ([http://www.ispesl.it/ispesl/sitoDts/Linee\\_guida/telai\\_indice.asp](http://www.ispesl.it/ispesl/sitoDts/Linee_guida/telai_indice.asp)) prodotte dall'ISPESL (Dipartimento Tecnologie e Sicurezza), per rimediare a una diffusa inadempienza circa il dettato della citata Circolare a causa di una serie di concorrenti circostanze, tra le quali va sottolineata la mancata disponibilità di precisi indirizzi tecnico-costruttivi (almeno per talune tipologie di trattori).

Allo scopo di completare gli indirizzi tecnico-costruttivi finora mancanti e aggiornarli secondo le conoscenze tecniche attuali, nella linea guida messa

\* Istituto di Ingegneria Agraria, Università degli Studi di Milano

a punto dal Gruppo di Lavoro promosso dall'ISPESL (a cui hanno partecipato con propri rappresentanti il Coordinamento tecnico interregionale della prevenzione nei luoghi di lavoro, il Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale, il Ministero dello Sviluppo Economico, il Ministero dei Trasporti, il Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, le associazioni di categoria del settore ed esperti del mondo accademico e industriale) sono precisati, per singola tipologia di trattore, *i requisiti costruttivi dei dispositivi di protezione in caso di capovolgimento e fornite le relative istruzioni e procedure per la loro realizzazione ed applicazione.*

Da quanto descritto, emerge la precisa volontà del legislatore di attivare tutte le dinamiche necessarie per aumentare il livello di sicurezza di tutte le categorie di trattori in caso di ribaltamento.

D'altronde, come visto l'obbligo del montaggio di una struttura di protezione in caso di ribaltamento è questione ormai abbondantemente matura: i primissimi ROPS omologati in Italia hanno attualmente ben 33 anni; peraltro, la situazione nei Paesi europei più evoluti è del tutto simile e, anzi, in qualche caso (Inghilterra, Germania, Francia) è possibile trovare ROPS regolarmente omologati di età superiore, grazie a un più pronto recepimento in quei contesti delle normative internazionali correlate.

L'ambiente agricolo è del resto notoriamente molto difficile sotto molti e svariati punti di vista, non ultimo quello ambientale. È noto che i mezzi meccanici sono sottoposti a ogni sorta di sollecitazioni (meccaniche, chimiche, ecc.) che ne mettono a dura prova l'affidabilità e la durata.

I ROPS non sfuggono a questo dato di fatto; è del tutto lecito quindi interrogarsi se, a distanza di più di 30 anni, le prime strutture di protezione installate su trattori agricoli tuttora in esercizio siano integre per quanto riguarda lo scheletro portante, e pertanto siano in grado (o meno) di garantire la robustezza originale, e in definitiva il medesimo livello di protezione in caso di ribaltamento del trattore.

## 2. MATERIALI E METODI

L'Istituto di Ingegneria Agraria dell'Università degli Studi di Milano (IIA-MI) è da più di 30 anni Stazione di prova ufficialmente riconosciuta per l'effettuazione delle prove di omologazione in conformità agli specifici Codici OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico), per l'accertamento delle prestazioni del trattore agricolo e forestale e di taluni suoi componenti e accessori. In particolare, negli ultimi 25 anni l'IIA-MI si

è concentrato sulle prove dei ROPS; alcuni suoi membri hanno fatto parte, a vario titolo, di gruppi di studio e di lavoro, sia a livello internazionale (UE, OCSE, ISO) che nazionale (ISPESL, ASL) per la definizione e messa a punto di norme e linee guida inerenti le prove dei ROPS.

Grazie a uno specifico finanziamento dell'ISPESL (*Ricerca B1/52/DTS/04*), e sotto l'egida del CISA (Centro Interdipartimentale di Studi in Agroingegneria), l'IIA-MI sta svolgendo una ricerca dall'eloquente titolo *Criteri di valutazione delle condizioni di conservazione e affidabilità nel tempo dei telai di protezione contro il rischio di ribaltamento nei trattori agricoli e forestali*, allo scopo di verificare che le strutture di protezione (in particolare i telai a 2 e a 4 montanti) mantengano invariate nel tempo le loro caratteristiche strutturali, per assicurare il grado di protezione originale, garantito dall'omologazione secondo le norme degli organismi già citati.

Lo schema operativo prevede sostanzialmente 4 fasi:

1. realizzazione di un'analisi statistica del parco trattori a ruote in Italia per individuare, se esistenti, alcuni "modelli pilota" più diffusi di altri, sui quali concentrare l'esame delle condizioni d'uso dei telai di protezione;
2. preparazione di un questionario dedicato, con attribuzione di punteggi, al fine di poter formulare valutazioni accurate in relazione ai dati anagrafici, e alle indicazioni generali sullo stato d'uso (e di manutenzione) dei trattori;
3. effettuazione di un'osservazione dettagliata e mirata delle parti strutturali dei telai di protezione montati su un congruo numero di trattori a differente anzianità e intensità d'uso e accertamento delle loro condizioni, sulla base di una scala di valutazione appositamente stabilita;
4. individuazione di alcuni "telai di protezione tipo", da (ri)sottoporre a prova di omologazione, al fine di confrontarne nel dettaglio i risultati rispetto alla prova originale svolta a suo tempo, in termini di eventuale insorgenza di rotture e/o di differenze dell'entità delle deformazioni elastiche e plastiche indotte dai carichi applicati.

## 2.1 Ricerca parallela condotta nel Regno Unito

Praticamente in contemporanea con l'effettuazione dell'attività in questione da parte dell'IIA-MI, con il finanziamento dell'Health and Safety Executive (HSE) in Gran Bretagna è stata svolta dal Silsoe Research Institute (SRI) una ricerca intitolata *Structural deterioration of tractor safety cabs with age* (De-

terioramento strutturale delle cabine per trattori in relazione all'età), il cui obiettivo principale è stato quello di determinare l'eventuale grado di deterioramento strutturale di un elevato numero di "cabine" costruite tra il 1970 e il 1990, considerando inoltre le implicazioni pratiche che l'invecchiamento di tali strutture di protezione avrebbe potuto causare.

In particolare, sono state sottoposte alle prove di resistenza del relativo Codice OCSE cinque strutture di protezione, per verificare se la loro struttura portante fosse ancora in condizioni tali da garantire un'adeguata protezione in caso di ribaltamento del trattore, ovviamente comparando anche i risultati con quelli delle prove originali di omologazione.

Contestualmente, è stata svolta un'analisi visiva di circa 400 cabine di sicurezza installate su altrettanti trattori agricoli a diversa anzianità d'uso, ritenuti rappresentativi dei modelli operanti nel Regno Unito.

Quattro cabine di protezione sulle cinque sottoposte a prova hanno superato positivamente i test; la ricerca inglese ha concluso quindi che, seppur con evidenti segni di deterioramento, «lo scheletro portante delle cabine indagate ha dimostrato una sostanziale capacità di garantire un'adeguata protezione, sia in termini di resistenza strutturale che di assorbimento dell'energia che si sviluppa durante un ribaltamento».

Peraltro, l'indagine visiva delle condizioni d'uso del numeroso campione indagato ha permesso di evidenziare con sufficiente chiarezza alcune precise indicazioni:

1. il 13 % dei trattori esaminati monta cabine in cattive condizioni strutturali, presumibilmente tali da non poter garantire la resistenza originale;
2. le parti (sia strutturali che non) in lamiera si deteriorano molto più velocemente delle sezioni chiuse (cioè i tubi, a sezione quadra, rettangolare, tonda o variamente conformata);
3. considerando classi d'età quinquennali del parco macchine esaminato, le cabine che hanno mostrato maggiori criticità sono quelle costruite tra il 1980 e il 1985, realizzate prevalentemente in lamiera piegata e sagomata, spesso saldata per punti più o meno robusti, ma non a cordone continuo e soprattutto senza efficaci trattamenti superficiali anti-corrosione;

In linea generale, la ricerca inglese ha permesso di evidenziare i principali indicatori di cattivo stato strutturale e/o di potenziali prestazioni inadeguate delle cabine, che sono:

- buchi, rotture o corrosione di componenti strutturali;
- diminuzione dell'efficacia del serraggio dei bulloni, mancanza o qualità non corretta delle viti degli attacchi della struttura di protezione;
- riparazioni e/o modifiche a componenti strutturali (da considerarsi sem-

pre e comunque inadeguate, anche se effettuate a regola d'arte e con criteri di buon senso): occorre ricordare che qualsiasi intervento di questo tipo modifica la resistenza tipica del rops, invalidandone di fatto l'approvazione ai fini omologativi. Anche riparazioni e/o modifiche a componenti non strutturali possono mettere a repentaglio la sicurezza dell'operatore, soprattutto in relazione al pericolo che queste parti possono creare rompendosi e/o distaccandosi in caso di ribaltamento.

In conclusione, serie riserve sono state espresse per le cabine realizzate interamente in lamiera piegata e sagomata, specie se esistono zone chiuse, di intrappolamento di acqua e residui di natura corrosiva (ad es. deiezioni zootecniche).

Tra l'altro, gli attacchi al corpo del trattore rivestono un'importanza vitale: bulloni mancanti e/o modifiche/riparazioni incongrue possono comprometterne in maniera decisiva la loro robustezza.

Quindi, per tenere sotto controllo il deterioramento delle cabine si suggerisce:

- di attivare un servizio di controllo, da esercitarsi nelle aziende agricole, dello stato d'uso delle strutture di protezione;
- di divulgare adeguatamente i pericoli che una cabina deteriorata rappresenta in caso di ribaltamento del trattore;
- di istituire un servizio di ispezione periodica delle cabine (ma non solo) montate sui trattori immatricolati per la circolazione su strada.

### 3. RISULTATI E DISCUSSIONE

#### 3.1 *Analisi statistica del parco trattori a ruote in Italia*

È stata analizzata la consistenza del parco trattori a ruote operante in Italia nel periodo tra il 1982 e il 1998; l'ampiezza del periodo indagato (16 anni) può dare un'idea abbastanza significativa di quanti (e soprattutto quali) modelli di trattore fossero diffusi (presumibilmente lo sono tuttora) nelle aziende agricole italiane, in relazione alla possibilità di verificare lo stato d'uso delle strutture di protezione (telai) installate quindi su un numero significativo di esemplari del parco con un'elevata anzianità di servizio. Lo strumento base per realizzare la presente indagine statistica è stata la collana dal titolo *La meccanizzazione agricola in Italia*, curata da UNACOMA.

Essendo il parco trattori a ruote oggetto dell'indagine estremamente eterogeneo in relazione ai costruttori presenti, è stato definito un valore discrimi-

COSTRUTTORE	MODELLO	CONSISTENZA NUMERICA		SCOSTAMENTO, %
		Massima, n. (anno)	Minima, n. (anno)	
FIAT	640	31359 (1993)	27451 (1998)	14,2
SAME	Minitauro 60	13495 (1984)	12384 (1998)	12,5
MF	135	12348 (1988)	9362 (1998)	31,9
LANDINI	6500	9382 (1993)	8146 (1998)	15,2
FORD	3000	4913 (1982)	3946 (1998)	24,5

Tab. 1 *Modelli maggiormente presenti nel parco trattoristico agricolo italiano nel periodo 1982-1998 (fonte: collana La meccanizzazione agricola in Italia, UNACOMA)*

nante (in questo caso 3000 unità) al di sotto del quale non si può considerare significativa la presenza di quel dato modello nel parco, in ogni caso conglobando in un determinato modello le numerose versioni prodotte e lanciate sul mercato in momenti diversi.

Sono stati individuati infine alcuni “*modelli capostipite*”, la cui presenza nel parco dell’usato fosse numericamente consistente e continuativa nell’intero periodo considerato. Per ognuna delle principali case costruttrici è stato quindi individuato il modello più “presente” nel parco (tab. 1).

Si tratta, in definitiva, di modelli ben noti a ogni agricoltore italiano di mezza età e più, che in qualche modo hanno fatto la storia della meccanizzazione in Italia nei decenni appena trascorsi.

Verosimilmente, sia per la fase successiva di osservazione delle condizioni dei telai di protezione, sia per la selezione degli esemplari da verificare tramite prova di resistenza, dovranno essere preferiti esemplari possibilmente dei modelli indicati nella tabella 1 o comunque molto affini, in modo da poter trarre conclusioni dirette che siano rappresentative dello stato del parco.

### 3.2 *Preparazione del questionario di valutazione*

Sono state preparate allo scopo una serie di schede, dettagliate ma allo stesso tempo semplici ed essenziali, differenziate in base alla presumibile tipologia di struttura di protezione montata sui trattori a diversa anzianità d’uso, tramite le quali potesse essere compiutamente riportata la condizione del ROPS di volta in volta esaminato.

Ogni scheda (tab. 2 e fig. 1) è suddivisa in diverse sezioni:

- una “parte anagrafica”, che comprende i dati principali del *trattore* e del *telaio* di protezione;

TELAIO A 4 MONTANTI (TIPO 1)	
Marca trattore	
Modello trattore	<input type="checkbox"/> gommato <input type="checkbox"/> cingolato
Targa trattore	
Età trattore (anche stimata)	
Struttura di protezione	Originale <input type="checkbox"/> NON originale <input type="checkbox"/> Ricoperta <input type="checkbox"/> completa <input type="checkbox"/> no portiere <input type="checkbox"/> no vetri laterali <input type="checkbox"/> no vetro post. <input type="checkbox"/> no vetro anteriore
Costruttore struttura di protezione	
Modello struttura di protezione	
Approvazione	OCSE <input type="checkbox"/> CE <input type="checkbox"/> altro <input type="checkbox"/> anno _____
Sigla di approvazione	
<b>LEGENDA</b>	
1	<b>ottime condizioni, nessun segno di corrosione e verniciatura pressoché intatta</b>
2	<b>buone condizioni, verniciatura degradata, ma senza segni di corrosione superficiale (o molto leggera)</b>
3	<b>segni di corrosione superficiale avanzata e/o rigonfiamento diffuso della vernice</b>
4	<b>segni evidenti di corrosione, senza perforazioni e indebolimento</b>
5	<b>evidenza grave di corrosione, con perforazioni e indebolimento</b>

Tab. 2 Esempio della parte anagrafica della scheda di rilevazione, comprendente i dati principali del trattore e del telaio di protezione, con la legenda relativa alle descrizioni dei criteri di classificazione

- una prima “parte tecnica”, comprendente le viste dei diversi elementi portanti del telaio, da analizzarsi separatamente per quanto riguarda le loro condizioni d’uso, in relazione alle differenti zone dell’elemento. Per la valutazione delle condizioni d’uso ci si è avvalsi di una semplice scala strutturata su 5 livelli (1 = migliore; 5 = peggiore), per ognuno dei quali è stato specificato il riferimento (ad es.: 1 = ottime condizioni, nessun segno di corrosione e verniciatura pressoché intatta; 5 = evidenza grave di corrosione, con perforazioni e indebolimento);
- una “seconda parte tecnica”, relativa agli elementi non strutturali del ROPS, in particolare i parafranghi e il tetto (se presente) ed eventuali altre parti realizzate in materiali diversi dall’acciaio (tettuccio, se non realizzato in acciaio, e sua eventuale copertura interna; guarnizioni delle porte e dei finestrini, quando presenti, ecc.).

Sono stati infine creati 5 diversi questionari, in relazione ad altrettante tipologie di ROPS:

1. 4 montanti senza piattaforma (solo con pedana), con attacco al solo asse posteriore del trattore;
2. 4 montanti senza piattaforma (solo con pedana), con attacchi all’asse posteriore e alla scatola-cambio del trattore;
3. 4 montanti con piattaforma, con attacchi all’asse posteriore e alla scatola-cambio del trattore;

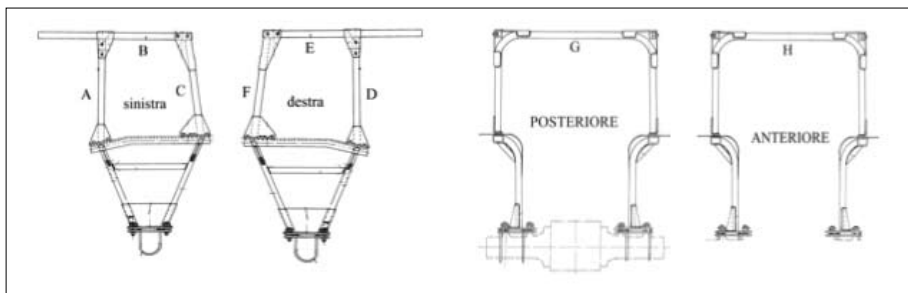


Fig. 1 Esempio della parte tecnica della scheda di rilevazione, comprendente le viste dei diversi elementi portanti del telaio, da analizzarsi separatamente per quanto riguarda le loro condizioni d'uso, in relazione alle differenti zone dell'elemento

4. 2 montanti anteriori al posto di guida e abbattibile;
5. 2 montanti posteriori al posto di guida e fisso.

### 3.3 Analisi dei risultati

In un arco di tempo di circa 8 mesi sono stati ispezionati 145 trattori, dislocati in 18 comuni di 9 province, tramite visite presso concessionari con ampio parco dell'usato (ad es. nelle province di Cuneo, Forlì Cesena, Vicenza, Treviso) e a consorzi agrari (province di Lodi, Mantova e Brescia), ritenuti siti rappresentativi di vendita di trattori nuovi e usati sul territorio italiano, e singole aziende agricole allo scopo individuate e contattate telefonicamente (nelle province di Reggio Emilia e Parma) in modo da verificare in quest'ultimo caso le condizioni d'uso delle strutture di protezione dei trattori che, pur non essendo sul mercato dell'usato, sono ancora operativi.

Sulla base dei dati registrati con le schede illustrate, è stato possibile creare un *database* utile per l'elaborazione dei dati.

Il passo successivo ha comportato la realizzazione di grafici, per riassumere a colpo d'occhio i vari aspetti della situazione generale: è stata adottata una rappresentazione a istogrammi, per classificare le condizioni delle diverse sezioni, e grafici a torta per visualizzare le percentuali di esemplari costituenti le diverse categorie di trattori considerate.

Più della metà (55 %) dei trattori è impiegato in Emilia Romagna, nelle province di Reggio Emilia, Parma e Forlì-Cesena, mentre il 20 % opera in Lombardia.

Anche se in numero limitato, su parte delle macchine (7 %) è stato mon-



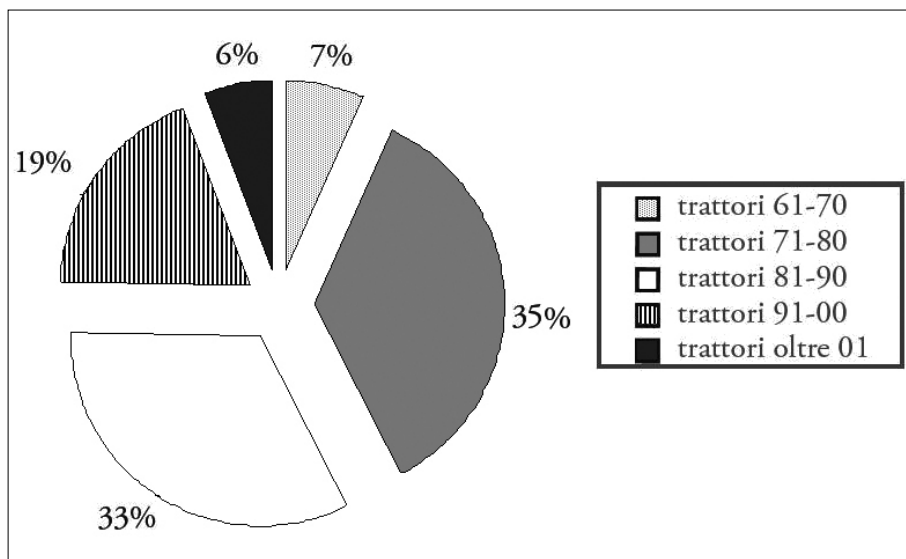


Fig. 2 *Distribuzione dei diversi periodi di immatricolazione dei trattori analizzati*

tato un ROPS solo dopo l'acquisto, probabilmente in relazione a determinati obblighi, imposti ad es. dalle ASL locali. Per un limitato numero di esemplari (4 %) tale informazione non era disponibile.

La quasi totalità degli esemplari visionati (85 %) dispone di un telaio a quattro montanti, che storicamente è la tipologia che si è diffusa in modo massiccio nella prima fase dell'obbligo del montaggio dei ROPS in Italia, a partire dal 1974 in poi. I telai di protezione a 2 montanti sono comparsi solo più tardi (a partire dalla metà/fine degli anni Ottanta), soprattutto sui trattori specializzati (vigneto e frutteto), quando le normative internazionali (OCSE e CEE) hanno emanato degli standard specifici per la loro omologazione.

I dati relativi ai telai sono stati elaborati in funzione delle classi di età del trattore su cui sono montati (fig. 2). La classe comprendente il maggior numero di esemplari è quella del decennio degli anni Settanta, cui segue quella degli anni Ottanta. I gruppi più esigui sono risultati la classe 1991-2000 e quello costituito dagli esemplari immatricolati oltre il 2001.

Si tratta di dati coerenti con lo sviluppo dei ROPS e la loro applicazione, che in Italia è iniziata nel 1974; è naturale quindi che nei primi anni (orientativamente i primi 10-15) si siano diffusi in modo notevole.

Il campione indagato ben rappresenta quindi la reale situazione italiana di mezzi usati attualmente operanti.

Nel caso dei trattori con telaio a quattro montanti (come visto, quello

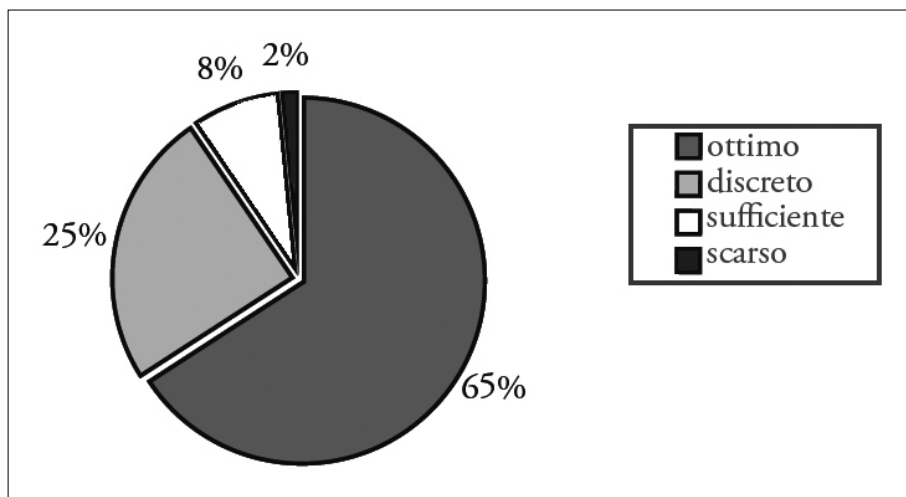


Fig. 3 *Stato d'uso generale dei telai a 4 montanti*

registrato più frequentemente) emerge una netta maggioranza di esemplari in ottime condizioni in ogni classe; in generale, quasi due terzi dei trattori con telaio a 4 montanti si presenta in ottime condizioni: la nota particolarmente positiva è che nessuno evidenzia uno stato di utilizzo pessimo e solo 3 esemplari, rispetto a un totale di 126, evidenziano uno stato precario (fig. 3).

Sempre per i telai a quattro montanti, la figura 4 illustra le condizioni delle diverse parti del rops. La parte meno compromessa sono gli attacchi posteriori, probabilmente perché realizzati con piastre in acciaio di spessore notevole (tipicamente da 6 a 10 e anche 12 mm) e anche perché le sollecitazioni a cui vengono sottoposti sono inferiori, data la loro collocazione molto prossima alle ruote o ai cingoli, tale da limitare al massimo il braccio di leva relativo alla vibrazione.

All'opposto, le parti in condizioni maggiormente precarie sono i parafranghi, perché la maggioranza dei trattori con ROPS di questa categoria è a ruote, e proprio i parafranghi, essendo costituiti nella quasi totalità dei casi da lamiera di spessore esiguo (qualche decimo di mm) sono soggetti a una rapida corrosione, dovuta anche agli agenti acidi che aderiscono sulla loro superficie grazie all'azione centrifuga delle costole presenti sul battistrada dei pneumatici. Inoltre, i parafranghi risultano essere particolarmente esposti a possibili urti con ostacoli esterni e, in aggiunta, l'entità delle vibrazioni è notevole, in relazione alla loro citata leggerezza strutturale.

Le altre sezioni evidenziano valutazioni abbastanza uniformi, segno di una limitata variabilità dell'entità del degrado, dovuto sia a fattori ambientali che relativi all'uso del mezzo.

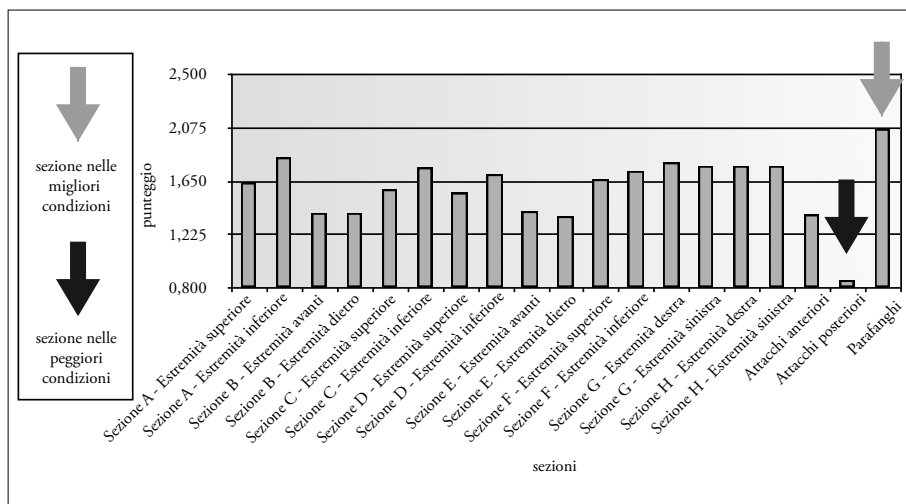


Fig. 4 Stato d'uso delle varie sezioni dei telai a 4 montanti installati sui trattori esaminati

Il confronto delle condizioni dei telai montati sui trattori a ruote e cingolati rivela uno stato di utilizzo leggermente migliore su questa categoria di trattori, probabilmente dovuto alla minor vetustà dei telai montati sui cingolati, dato che i ROPS di questo tipo sono apparsi in questo caso solo a partire dall'inizio degli anni Novanta, mentre come ricordato sui trattori a ruote l'obbligo dell'installazione è sopravvenuto dal 1974.

Un'ulteriore importante chiave di classificazione ha riguardato l'anzianità d'uso dei mezzi esaminati, con l'identificazione di 5 periodi di immatricolazione, così come già illustrato in figura 2.

Nella classe di maggior anzianità delle macchine e, in parte, in quella successiva, sono inclusi anche trattori immatricolati prima del 1974, anno di introduzione dell'obbligo del montaggio di un ROPS in Italia; si tratta sostanzialmente di mezzi di importazione, già dotati all'epoca di un telaio di protezione in virtù dell'equipaggiamento di base di cui i costruttori stranieri dotavano gli esemplari di propria produzione.

In ogni caso, si tratta di un dato interessante, per un compiuto inquadramento del parco indagato: in generale, si tratta di trattori "molto" usati, la cui vetustà (25-30 anni e anche più) fa sicuramente riferimento a un ammortamento economico più che completo, unito a una più che certa obsolescenza tecnica ma, dato che la loro efficienza operativa non si è ancora totalmente esaurita, possono ancora avere un utilizzo (ancorché marginale) e in qualche caso addirittura un mercato.

La situazione disaggregata per classe d'età mostra un'interessante parti-

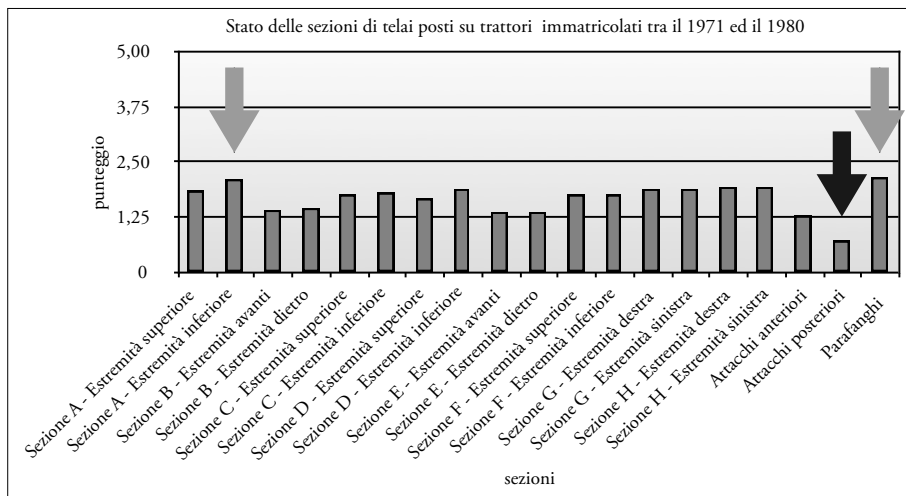


Fig. 5 Stato d'uso delle sezioni di tutti i telai montati su trattori immatricolati tra il 1971 e il 1980

colarità sui trattori più vecchi: in questo caso (fig. 5) le valutazioni sono abbastanza uniformi, ma i parafanghi si dimostrano la sezione maggiormente compromessa, mentre gli attacchi posteriori presentano uno stato di utilizzo accettabile. Le strutture negli anni si sono dimostrate discretamente resistenti alle sollecitazioni, e i vari elementi hanno collaborato abbastanza efficacemente nel contenere gli effetti del degrado. È singolare che anche nelle classi di trattori più recenti, la costante che si evidenzia sia il veloce ammaloramento dei parafanghi. In linea di massima ciò non costituisce un problema, limitatamente al mantenimento del livello di sicurezza originale del ROPS, perché nei trattori a ruote i parafanghi non entrano mai a far parte degli elementi portanti della struttura di protezione. Tuttavia, bisogna tenere adeguatamente conto di due fattori:

1. specie per i telai a 4 montanti, i parafanghi sono interposti tra la parte aerea del telaio e la struttura di base; la precoce corrosione alla quale sono soggetti potrebbe costituire un innesco per contatto a un'accentuata corrosione di elementi strutturali;
2. in caso di ribaltamento, i parafanghi ammalorati potrebbero piegarsi in modo abnorme e addirittura essere divelti dalla propria sede, andando a colpire e pertanto a ferire in modo potenzialmente grave il conducente che riuscisse a non essere schiacciato dal trattore, restando solidale al sedile e pertanto al posto guida grazie alla presenza e alla robustezza del ROPS e della cintura di sicurezza (correttamente installata e soprattutto indossata).

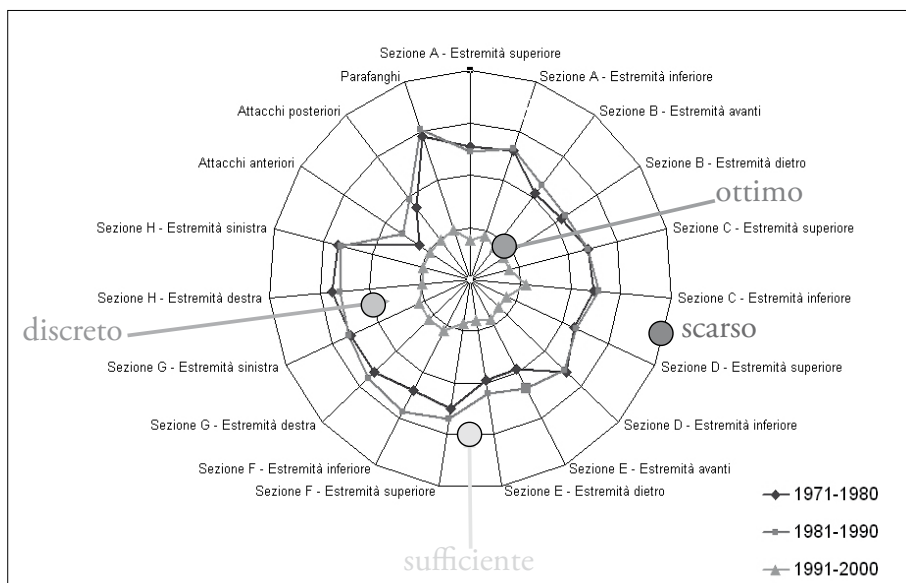


Fig. 6 Stato d'uso delle diverse sezioni dei telai a 4 montanti in relazione alla classe dell'anno di costruzione

La figura 6 mostra, per le 3 classi decennali di maggior interesse, la situazione generale dello stato d'uso di tutte le sezioni dei telai a 4 montanti; i parafanghi si rivelano in tutti i casi la parte più critica, mentre parimenti gli attacchi quella in migliori condizioni.

Anche i tubolari della sommità del telaio mostrano qualche problema, probabilmente perché significativamente attaccati dalla ruggine quando è montato un tettuccio metallico, che favorisce il deposito dell'umidità e l'annidarsi di residui organici corrosivi.

È significativo che le condizioni delle strutture di protezione costruite nel decennio 1971-1980 siano praticamente coincidenti con quelle del periodo successivo e che addirittura, in qualche caso, siano migliori; questa particolarità potrebbe indicare una maggior robustezza generale dei ROPS più vecchi, possibile in quanto nel primo periodo della loro applicazione non si conoscevano tecniche raffinate di progettazione dei telai e si procedeva pertanto con generosi sovradimensionamenti in termini di dimensioni e spessori delle sezioni tubolari e delle lamiere.

Viceversa, la condizione nettamente migliore delle strutture più recenti (classe 1991-2000) è dovuta ovviamente al minor periodo di esposizione alle sollecitazioni meccaniche e agli attacchi chimici degli agenti atmosferici e corrosivi, ma probabilmente fa pensare in aggiunta anche a un'ottimizzazione

delle dimensioni delle sezioni e, soprattutto, a trattamenti superficiali più efficaci dei profilati in acciaio e a tecniche di verniciatura decisamente più resistenti nel tempo al degrado.

#### 4. CONCLUSIONI

Lo studio delle condizioni d'uso dei telai di protezione installati sui trattori usati è tuttora in svolgimento: è necessario un ampliamento dell'indagine, soprattutto di natura geografica, per accertare più a fondo come si presentano le strutture sui mezzi in esercizio nel Centro e nel Sud dell'Italia.

I risultati riportati in questo lavoro devono essere pertanto ritenuti parziali, ma già possono dare un'idea dello stato d'uso dei telai di protezione montati sui trattori usati ancora in esercizio nel nostro Paese. Le valutazioni sono per il momento abbastanza consolanti, soprattutto considerando che le parti strutturali, nella quasi totalità realizzate con profilati tubolari chiusi, non hanno evidenziato situazioni di avanzata precarietà e che quindi, in generale, è presumibile che la robustezza della parte portante della costruzione sia integra o abbia comunque sostanzialmente mantenuto le caratteristiche di resistenza originali.

A tale proposito, viene evidenziata una spiccata congruità con gli esiti della ricerca parallela svolta in Inghilterra, e cioè che le parti tubolari sono in grado di resistere molto meglio al degrado del tempo e degli agenti atmosferici rispetto ai manufatti in lamiera, più facilmente attaccati dalla corrosione, sia per un trattamento superficiale meno valido, sia soprattutto per un minor spessore del materiale, che porta molto più velocemente alla cosiddetta "corrosione passante", causa principale del cedimento rovinoso della costruzione.

La ricerca prosegue con l'esecuzione di alcune prove comparative di resistenza, tra i cui obiettivi è previsto il tentativo di ipotizzare una sorta di "limite di validità" della durata di una struttura di protezione, a patto che sia mantenuta integra e nel migliore stato di conservazione possibile.

#### RIASSUNTO

Il periodo trascorso dall'introduzione dell'obbligo del montaggio di una struttura di protezione contro il ribaltamento sui trattori agricoli standard a ruote (Roll-Over Protective Structure, ROPS) sfiora ormai i 35 anni, ed è quindi sicuramente possibile poter pensare all'effettuazione di una verifica di determinate caratteristiche dei ROPS, in particolare della loro struttura portante.

Scopo dello studio è stato quello di verificare l'affidabilità nel tempo dei telai di protezione montati sui trattori agricoli, essendo questi la tipologia predominante di ROPS installata sui mezzi ormai vecchi di 20, 25, 30 e più anni. L'indagine si è sviluppata in diverse fasi: è stata effettuata un'analisi statistica, relativa all'individuazione delle caratteristiche e dell'evoluzione del parco dell'usato, per mettere a fuoco i modelli attualmente maggiormente presenti, sui quali si è concentrata l'attività nelle fasi successive; è seguita poi un'analisi di campo, tramite la compilazione di un questionario di valutazione, teso a considerare i fattori che possono pregiudicare l'integrità strutturale dei telai di protezione montati sui modelli individuati. L'elaborazione successiva ha riguardato i dati contenuti nelle schede specificamente preparate allo scopo per ogni tipologia di telaio. Oltre all'individuazione di una casistica quanto mai vasta di situazioni singolari (anche e soprattutto per la loro gravità) è stato possibile ricavare una serie di informazioni interessanti sullo stato d'uso dei ROPS, sia di tipo quantitativo che qualitativo.

#### ABSTRACT

An investigation was undertaken to determine the structural severity and practical implications of tractor safety frames (ROPS) structural deterioration with age in Italy.

The research aimed in particular to verify if this kind of ROPS can maintain the minimum security level required by the standards currently in force.

A detailed survey of frames deterioration level fitted on a significant amount of used tractors, manufactured over a wide time period (between 1965 and 2000) was carried out in some Italian northern regions.

A statistical analysis of the Italian used tractors fleet was primarily provided, followed by a field analysis, carried out through the creation and the implementation of a structured questionnaire, then applied of about 150 used tractors equipped with safety frames differently aged.

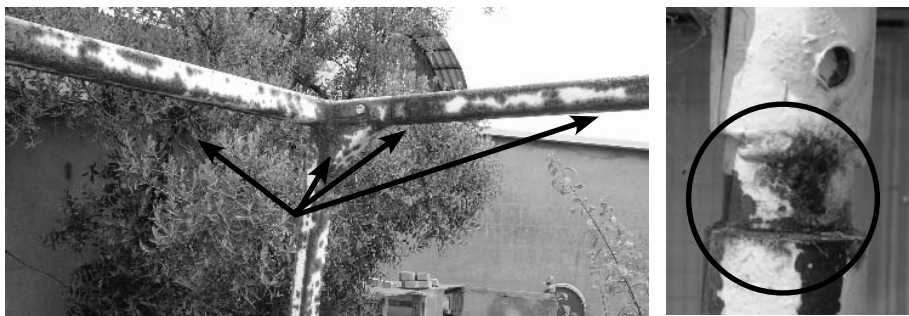
In field investigation critical ROPS conditions were frequently found, due to time and above all corrosion wearing, incongruous repairing, interventions and accidental damages.

These troubles always change (inevitably for the worse) the strength of the ROPS.

APPENDICE

Esempi (negativi) dello stato d'uso dei telai di protezione

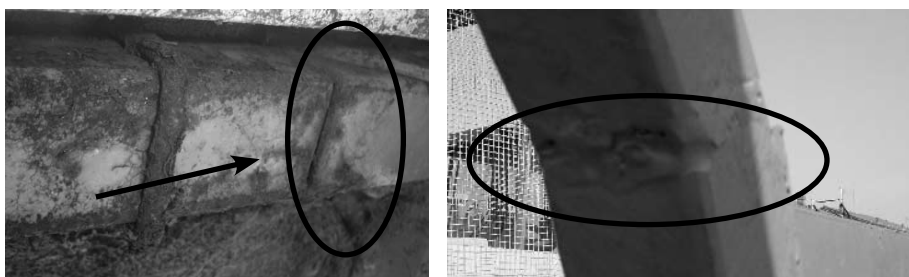
Elementi strutturali



*A sinistra: corrosione diffusa e profonda di tubi, saldature e giunzioni; a destra: corrosione della saldatura di un punto di giunzione*



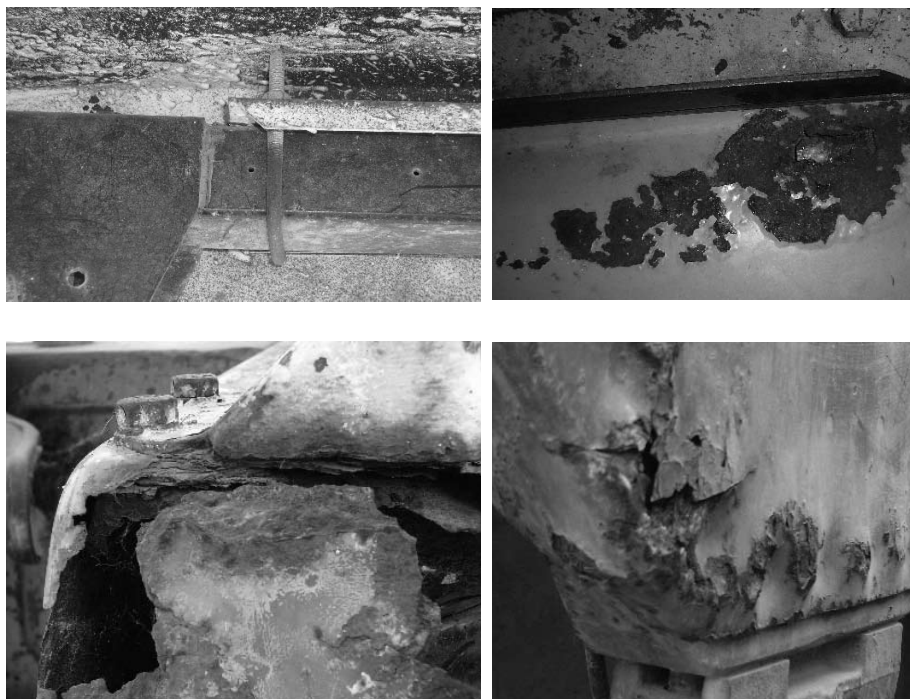
*A sinistra: corrosione di un rinforzo e della sua saldatura; a destra: robustezza assolutamente insufficiente del "telaio" (in realtà è un semplice scheletro di un riparo meteorologico) collocato intorno al posto di guida*



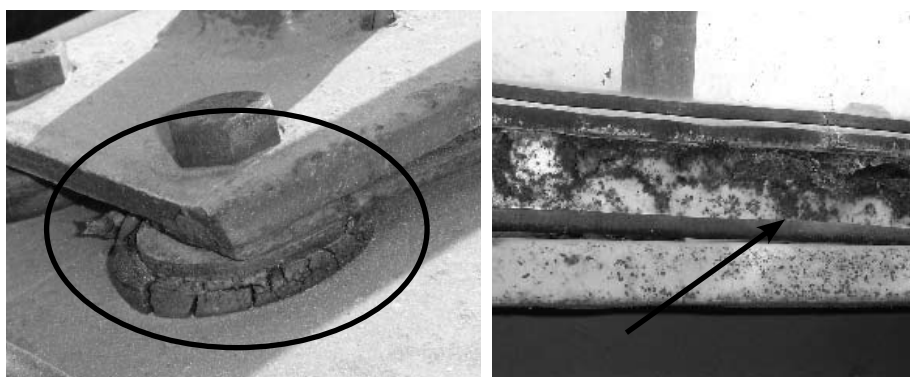
*A sinistra: avanzata corrosione e rottura a fatica; a destra: grave ammaccatura che pregiudica l'integrità strutturale del montante*



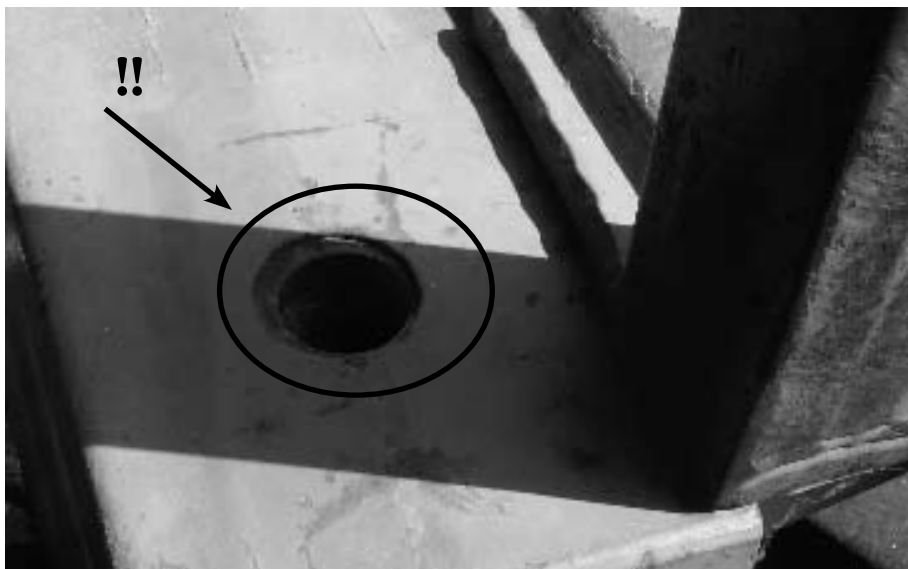
## Elementi non strutturali



*Alcuni eloquenti esempi di avanzata corrosione di lamierature non strutturali (parafanghi)*



*A sinistra: tassello antivibrante in stato di avanzato degrado; a destra: pannello lamierato di tamponamento di un finestrino gravemente attaccato dalla corrosione.*



Grave esempio di *bullone con funzioni strutturali mancante*.