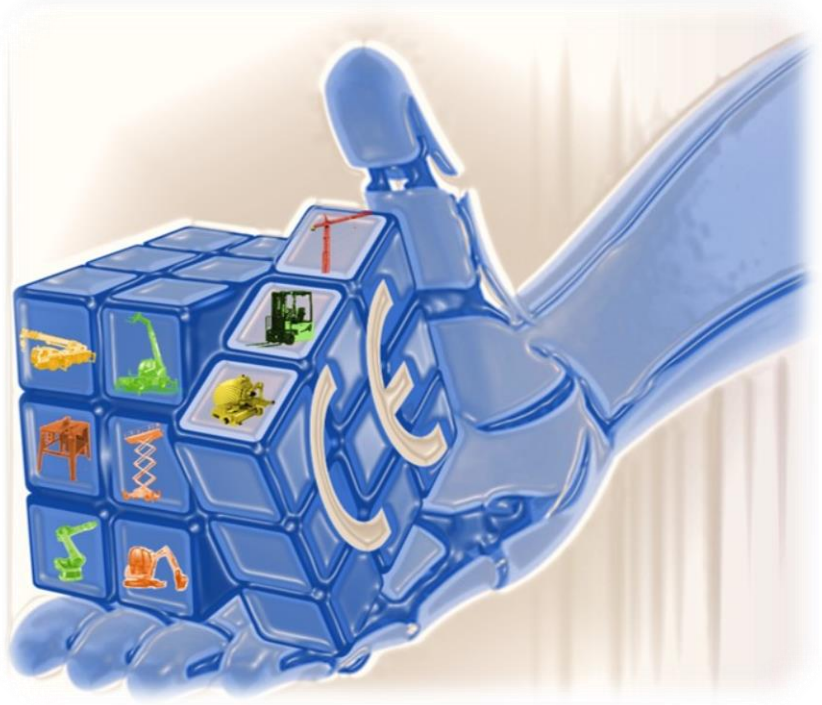
Milano, 14 dicembre 2017

Ing. Leonardo Vita



Seminario
"il 9° Rapporto Inail sulla Sorveglianza del Mercato per la Direttiva Macchine"

"La sorveglianza del mercato nelle macchine agricole e forestali "

"La stabilità delle macchine agricole semoventi: gli interventi normativi e le proposte di soluzione per le macchine già in servizio"

Dipartimento Innovazioni Tecnologiche e Sicurezza degli Impianti Prodotti e insediamenti Antropici

IL PERICOLO DI RIBALTAMENTO

L’attività di vigilanza ha evidenziato come il pericolo di ribaltamento sia presente soprattutto per alcune tipologie di macchine agricole semoventi.

In particolare, i ribaltamenti avvenuti hanno coinvolto le macchine agricole principalmente durante la fase di lavoro in campo e sono stati determinati nella maggior parte dei casi dalle asperità del terreno, dalla pendenza e da effetti dinamici durante le fasi di manovra o voltata.

ESEMPIO DI RIBALTAMENTO

Effetto dinamico: l'infortunato mentre eseguiva lavorazioni su un terreno in forte pendenza si trovava costretto a ritornare a valle per un guasto meccanico perdeva il controllo del mezzo e si ribaltava.

PRINCIPALI TIPOLOGIE DI MACCHINE AGRICOLE SEMOVENTI

Mietitrebbiatrice

Vendemmiatrice

Irroratrice

ATTIVITA’ DI SORVEGLIANZA

A seguito della attività di sorveglianza del mercato condotta su vendemmiatrici e irroratrici semoventi, sono state realizzate specifiche strutture di protezione in caso di ribaltamento (ROPS). In assenza di norme tecniche armonizzate, le strutture sono state sottoposte a prove secondo le modalità previste dai codici OCSE applicabili alle strutture ROPS destinate ai trattori agricoli o forestali.

EN ISO 16231-1:2013
Macchine agricole semoventi - Valutazione della stabilità - Parte 1: Principi

La norma è stata pubblicata per la prima volta sulla gazzetta ufficiale dell'Unione Europea in data **28 novembre 2013**.

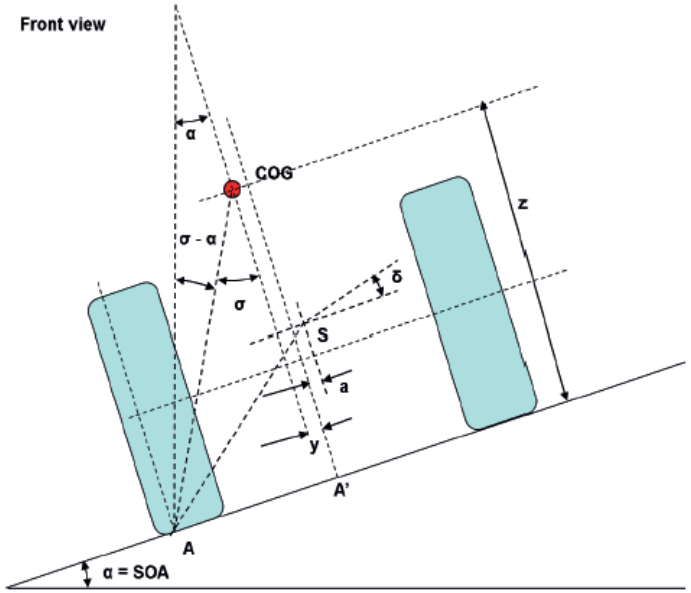
La norma definisce esclusivamente i principi sulla base dei quali valutare il rischio di ribaltamento per le macchine agricole semoventi secondo la seguente procedura in ordine di priorità:

1. angolo di stabilità;
2. dispositivo che eviti il ribaltamento della macchina per costruzione;
3. dispositivo automatico che intervenga per ridurre le funzioni della macchina in caso di incipiente ribaltamento portandola in una condizione d'uso sicura;
4. protezione di un volume di sicurezza mediante autoprotezione o struttura ROPS.

EN ISO 16231-2:2015
Macchine agricole semoventi - Valutazione della stabilità - Parte 2: Determinazione della stabilità statica e procedure di prova

La norma è stata pubblicata per la prima volta sulla gazzetta ufficiale dell'Unione Europea in data **15 gennaio 2016**.

La norma definisce una metodologia per la determinazione della posizione del centro di gravità della macchina e dell'angolo statico di ribaltamento sia per via sperimentale che analitica.



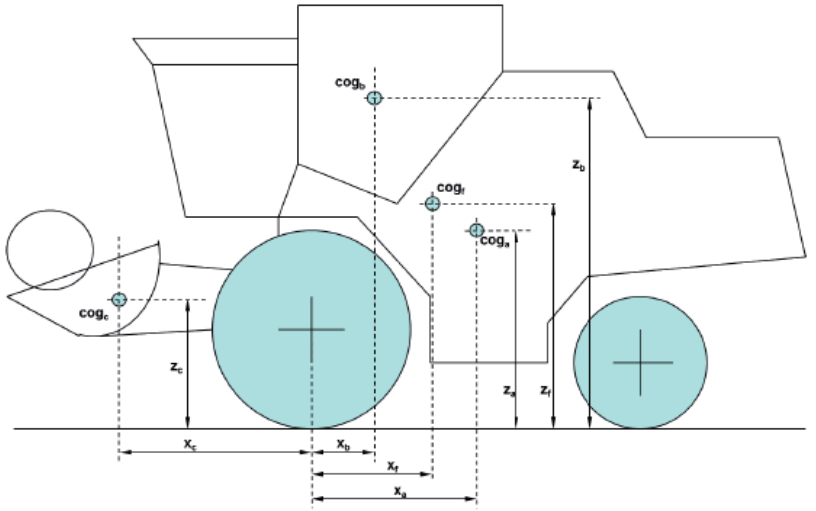


Figure 5 — Combined COG – by calculation

EN ISO 16231-2:2015
Macchine agricole semoventi - Valutazione della stabilità - Parte 2: Determinazione della stabilità statica e procedure di prova

Se la macchina semovente presenta un angolo statico di ribaltamento superiore a un definito angolo limite di ribaltamento il rischio di ribaltamento non è rilevante.

Conseguentemente non sono necessarie strutture di protezione in caso di ribaltamento e sistemi di ritenzione del conducente.

Table C.1 — MOS, SF, and RSSA for self-propelled agricultural machines

Machine type	Lateral roll/tip-over			Front/rear tip-over		
	MOS (%)	SF	RSSA (%)	MOS (%)	SF	RSSA (%)
Combine harvester without slope compensation system	12	1,5	18	18	1,5	27
Combine harvester with slope compensation system	20	1,5	30	20	1,5	30
Combine harvester with body levelling system	30	1,5	45	30	1,5	45
Forage harvester (maize and grass)	25	1,5	37,5	25	1,5	37,5
Field crop sprayer	15	1,5	22,5	25	1,5	37,5
Root crop harvester (beet, potato, carrot, onions)	10	1,5	15	15	1,5	22,5
Green vegetable harvester (pea, bean, spinach)						
Grape harvester without body levelling system	20	1,5	30	30	1,5	45
Grape harvester with body levelling system	30	1,5	45	30	1,5	45
Cotton harvester	16	1,5	24	16	1,5	24
Sugar cane harvester	10	1,5	15	30	1,5	45
Mower conditioner (same as for forage harvester)	25	1,5	37,5	25	1,5	37,5
Self-propelled mixer-feeders	30	1,5	45	n.r.	n.r.	n.r.
Slurry tanker						
Bale collecting vehicle						
Self-propelled hay pick-up wagon						
Machine xxx						
n.r.: not relevant						

ANGOLO STATICO DI LAVORO

Al fine di valutare l'angolo statico di lavoro si è proceduto a individuare la principali colture classificandole in relazione alla pendenza dei terreni a esse destinati.

In collaborazione con il MIPAAF, sulla base delle informazioni presenti nel data base POPOLUS incrociate con le informazioni orografiche provenienti dalla mappa satellitare dell'Italia basate sulla localizzazione GPS delle principali colture, è emerso che le pendenze maggiormente interessate rientrano nell'intervallo 10° - 20° (18% - 36%).

ANGOLO STATICO LIMITE DI RIBALTAMENTO
Progetto PROMOSIC – BRIC 2015

Tabella 46: Margini di sicurezza dei SOA rispetto agli RSSA per le diverse configurazioni della mietitrebbiatrice esaminata.

	Unità di misura	ISO 16231-2 (RSSA, all. C)	Macchina senza testata, a vuoto (A)		Macchina con testata, a vuoto (B)		Macchina con testata e tramoggia piena (C)		Macchina senza testata e tramoggia piena (D)	
			Claas Lexion 440	Margine, %	Claas Lexion 440	Margine, %	Claas Lexion 440	Margine, %	Claas Lexion 440	Margine, %
SOA_F	°	15,1	33,9	149	15,8	5	14,6	-2	27,1	90
	%	27,0	67,2		28,3		26,1		51,3	
SOA_R	°	15,1	51,1	359	60,0	540	58,0	493	51,7	369
	%	27,0	123,8		172,8		160,0		126,7	
SOA_S	°	10,2	27,8	192	36,6	311	34,3	278	28,2	198
	%	18,0	52,6		74,0		68,0		53,6	

EN ISO 16231-3:???
Macchine agricole semoventi - Valutazione della stabilità – Parte 3

La parte 2 della norma riporta in una nota che i requisiti relativi all'autoprotezione e alle strutture ROPS per macchine agricole semoventi saranno trattati in una norma specifica.

A oggi non è stato attivato alcun NWIP per la definizione di detti requisiti.

Resolution 332/2014 Possible items for future work

Taking into account

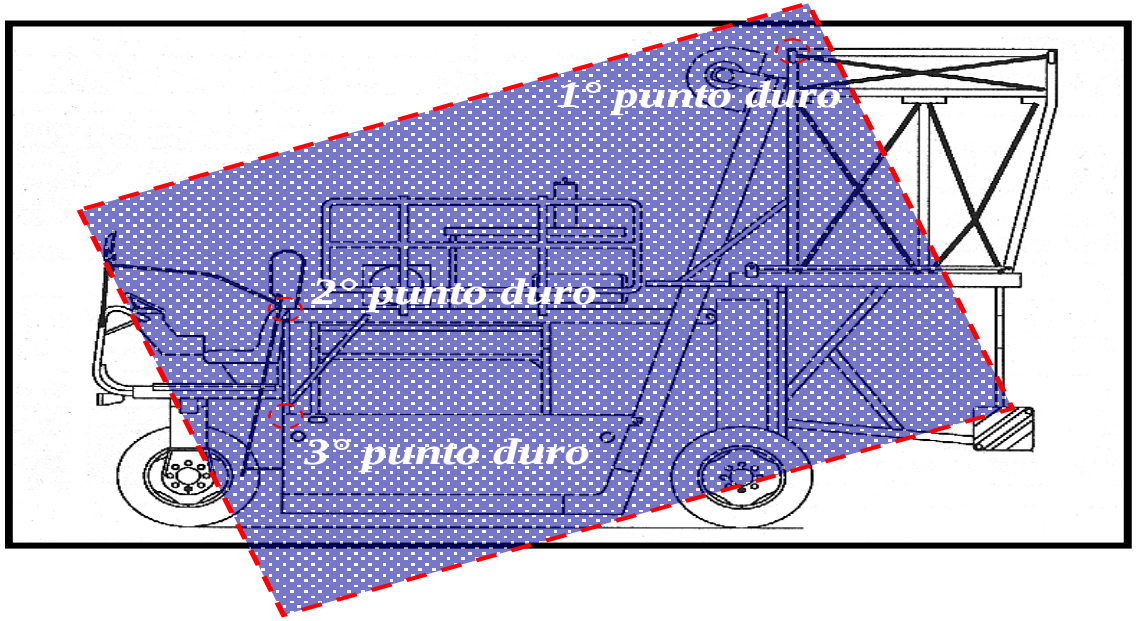
- the report of WG 12 on the possible need for a Part 3 of the ISO 16231 series to deal with additional issues such as dynamic effects, virtual testing of energy absorption capabilities of body structures, etc.,

AUTOPROTEZIONE
Proposta Inail

L'autoprotezione della macchina è garantita dalla presenza di punti duri in grado di resistere alle sollecitazioni cui è sottoposta in caso di rovesciamento o ribaltamento.

(rif. ISO 12117-2:2008/Cor 1:2010 *Earth-moving machinery – Laboratory tests and performance requirements for protective structures of excavators – Part 2: Roll-over protective structures (ROPS) for excavators of over 6 t*)

Tali punti duri dovranno essere disposti sulla struttura della macchina in modo da individuare il piano fittizio del terreno.



AUTOPROTEZIONE
Proposta Inail

Perché la macchina possa definirsi autoprotetta è necessario che il piano fittizio del terreno non invada il volume di sicurezza dopo che i punti duri sono stati sottoposti ad una forza normale a tale piano pari a 2/3 della massa di riferimento della macchina.

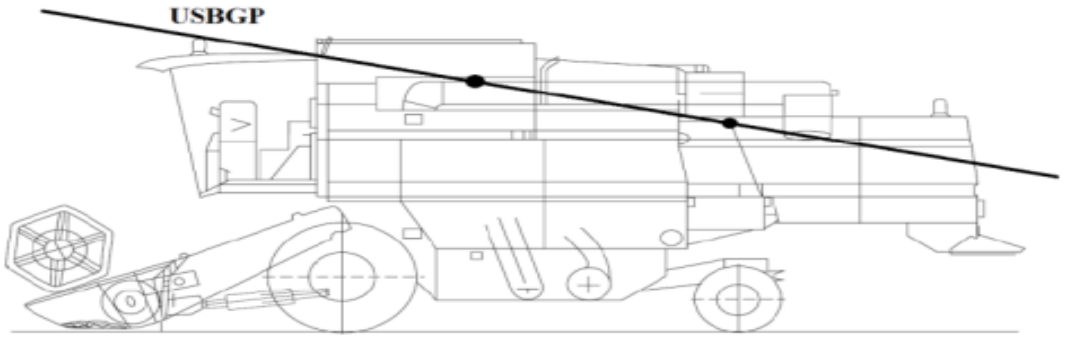


Figure 6. Example of upper boundary simulated ground plane

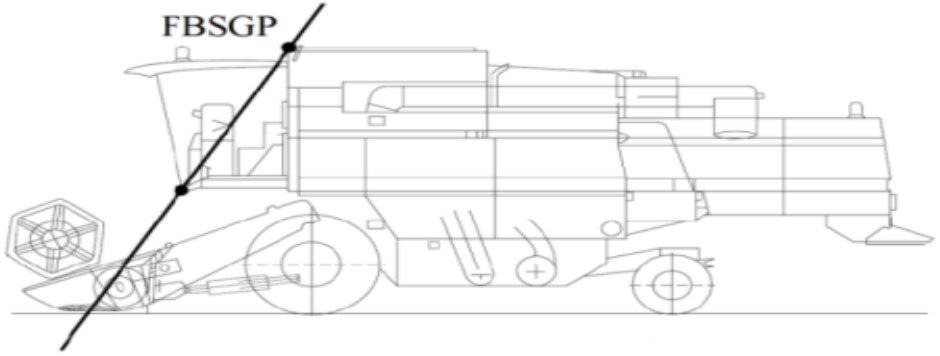


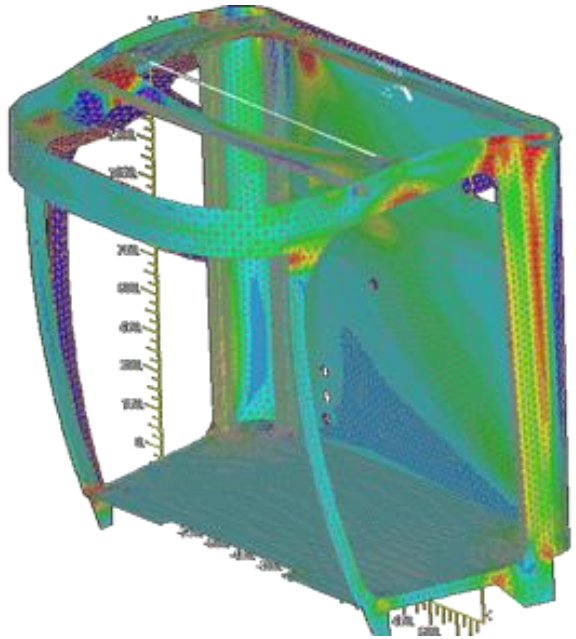
Figure 4. Example of front boundary simulated ground plane

ROPS
Proposta Inail

Nel caso in cui l'autoprotezione non sia garantita o sia incompleta è necessario realizzare una struttura di protezione in caso di ribaltamento (ROPS).

La struttura ROPS può essere complementare all'autoprotezione in relazione ai piani di terra rispetto ai quali questa è garantita.

I requisiti di forza e/o energia possono essere differenziati in relazione alla tipologia della macchina agricola semovente analogamente a quanto previsto per il settore movimento terra.



Machine reference mass [kg]	Lateral load force [N]	Lateral load energy [J]
$400 \leq M \leq 4630$	6M	$13000(M/10000)^{1,25}$
$4630 < M \leq 59500$	$70000(M/10000)^{1,2}$	
$M > 59500$	10M	2,03M

MACCHINE GIA' IN SERVIZIO

E' attiva una specifica attività di ricerca dell'Inail inerente l'adeguamento ai requisiti di sicurezza di cui all'allegato V al d.lgs. 81/08 delle macchine operatrici agricole semoventi.

L'obiettivo è quello di analizzare le caratteristiche di sicurezza delle macchine agricole semoventi al fine di fornire precise indicazioni in merito ai requisiti necessari previsti dall'allegato V al d.lgs. 81/08 ovvero ai necessari interventi per l'adeguamento a tali requisiti.

VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI RIBALTAMENTO
Macchine già in servizio

Ai fini della valutazione del rischio è possibile fare riferimento alle indicazioni tecniche fornite dalla norma EN ISO 16231-1:2013 in particolare in relazione alla stabilità statica della macchina.

Per l'individuazione dell'angolo limite della stabilità statica della macchina possono essere impiegate le procedure analitiche previste dalla norma EN ISO 16231-2:2015.

Per alcune tipologie di macchine agricole, quali vendemmiatrici e irroratrici semoventi, non vi sono difficoltà tecniche riguardanti la struttura portante della macchina per l'installazione di una struttura ROPS.

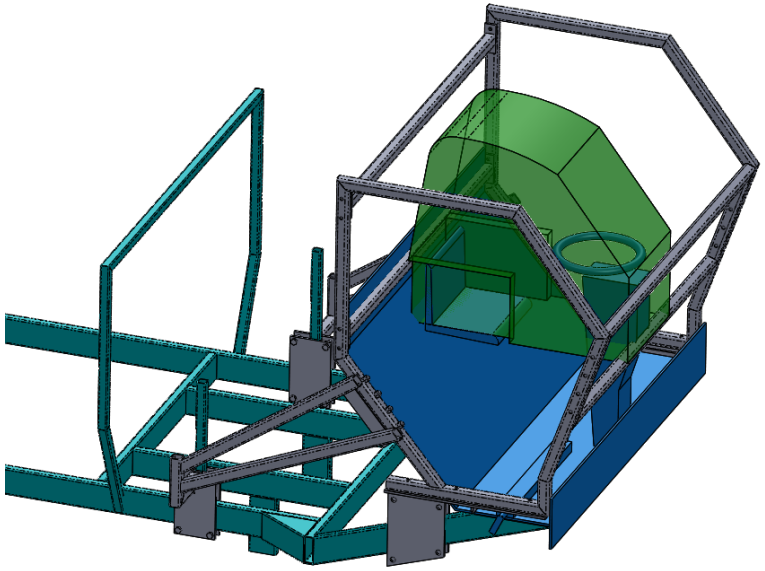
Per altre tipologie di macchine agricole, quali trincia-caricatrici e mietitrebbiatrici, è necessaria un'analisi approfondita riguardo le caratteristiche strutturali degli elementi portanti della macchina in relazione alla possibile installazione di un ROPS.

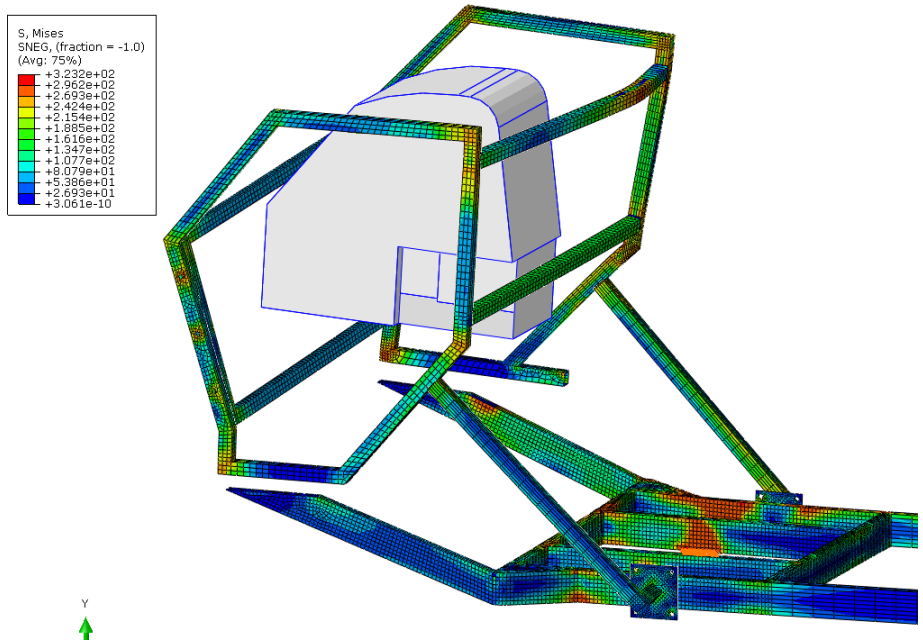
ANALISI DIMENSIONALE

Una prima fase riguarda la ricostruzione virtuale della macchina agricola in ambiente CAD (reverse engineering) per verificare gli ingombri e la conformazione della potenziale struttura di protezione in casi di ribaltamento.

ANALISI STRUTTURALE

La seconda fase riguarda la valutazione della capacità strutturali mediante metodo agli elementi finiti (FEM) degli elementi portanti della macchina in relazione ai carichi trasferiti dalla struttura ROPS prevista.





Grazie per l'attenzione