



*Sicurezza delle macchine agricole
informazione e formazione degli operatori
valutazione sintetica dei rischi
Scheda - Linee guida n. 4*

L'ALBERO CARDANICO



**“Documento redatto nell’ambito delle attività previste
dall’Intesa ENAMA-ISPEL del 6 ottobre 2000”**

Roma, ottobre 2002

La presente scheda - linee guida fa parte della collana "Sicurezza delle macchine agricole" messa a punto dall'ENAMA per fornire, agli operatori agricoli ed agromeccanici, un efficace strumento informativo.

La scheda - linee guida potrà essere soggetta ad aggiornamenti in relazione all'evoluzione normativa del settore.

E' stata approvata dai Soci dell'ENAMA:

<i>ASSOCAP</i>	<i>(Associazione Nazionale dei Consorzi Agrari)</i>
<i>CIA</i>	<i>(Confederazione Italiana Agricoltori)</i>
<i>COLDIRETTI</i>	<i>(Confederazione Nazionale Coltivatori Diretti)</i>
<i>CONFAGRICOLTURA</i>	<i>(Confederazione Generale Agricoltura)</i>
<i>UNACMA</i>	<i>(Unione Nazionale Rivenditori Macchine Agricole)</i>
<i>UNACOMA</i>	<i>(Unione Nazionale Costruttori Macchine Agricole)</i>
<i>UNIMA</i>	<i>(Unione Nazionale Imprese Meccanizzazione Agricola)</i>

nonché dai Membri del Consiglio Direttivo dell'ENAMA nel quale sono rappresentati anche:

<i>MIPAF</i>	<i>(Ministero per le Politiche Agricole e Forestali)</i>
<i>Regioni e Provincie Autonome</i>	
<i>ISMA</i>	<i>(Istituto Sperimentale per la Meccanizzazione Agricola)</i>

Inoltre, hanno fornito il loro contributo:

<i>IMAMOTER-CNR</i>	<i>(Istituto per le Macchine Agricole e Movimento Terra - Consiglio Nazionale delle Ricerche)</i>
<i>ISPESL</i>	<i>(Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza sul Lavoro)</i>
<i>CUNA</i>	<i>(Commissione Tecnica di Unificazione nell'Autoveicolo)</i>

**Con il contributo del
Ministero per le Politiche Agricole e Forestali**

INDICE

A - ASPETTI GENERALI DI SICUREZZA	pagina	4
B - DESCRIZIONE COSTRUTTIVA		5
1 Albero cardanico		5
2 Protezioni		5
C - SICUREZZA D'USO		8
1 Generalità		8
2 Dati statistici e principali cause d'infortunio		9
3 Scelta dell'abero cardanico		10
4 Collegamento trattrice-operatrice		11
5 Impiego		14
6 Guasti ed inconvenienti		16
7 Manutenzione		17
D - RUMORE		19
E - DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE (DPI)		19
F - NORMATIVE DI RIFERIMENTO		19

A - ASPETTI GENERALI DI SICUREZZA

Ai fini della sicurezza gli alberi cardanici possono essere suddivisi in due gruppi, a seconda che siano stati immessi per la prima volta sul mercato prima o dopo il 21.09.1996.

I primi devono rispondere ai disposti del DPR 547/55, mentre i secondi devono fare riferimento alla normativa comunitaria recepita con il DPR 459/96 (1).

← 21 settembre 1996 →

Alberi cardanici rispondenti ai requisiti del DPR 547/55

Alberi cardanici rispondenti ai requisiti del DPR 459/96 (All. IV) (2)

Gli alberi cardanici devono essere dotate di:

- Manuale di istruzioni: deve contenere informazioni complete sul corretto uso e manutenzione dell'albero.



- Dati di identificazione: nome e indirizzo del costruttore, modello, matricola, anno di produzione.

- Manuale di istruzioni: deve contenere informazioni complete sul corretto uso e manutenzione dell'albero.



- Dati di identificazione: nome e indirizzo del costruttore, modello, matricola, anno di produzione.

- Marcatura CE.



- Dichiarazione CE di conformità.



E possono essere dotati di certificazione volontaria ENAMA come ulteriore garanzia di prestazioni.



(1) Il DPR 459/96 recepisce le direttive Cee 89/392, 91/68, 93/44 e 93/68 (sostituite ed abrogate dalla 98/37 non ancora recepita in Italia) che sono entrate in vigore il 01.01.95. Da tale data fino al 21.09.96, data di recepimento in Italia delle stesse direttive, possono essere stati immessi sul mercato alberi cardanici dotati di marcatura CE e alberi cardanici conformi al DPR 547/55.

(2) Gli alberi cardanici e le loro protezioni rientrano nell'Allegato IV della Direttiva Macchine; i costruttori che li immettono sul mercato devono sottostare a verifiche di conformità obbligatorie per poter apporre la marcatura CE secondo norme europee armonizzate.

B - DESCRIZIONE COSTRUTTIVA

1. ALBERO CARDANICO

L'albero cardanico, è un organo meccanico in grado di trasferire il moto proveniente da una macchina motrice, quale è la trattoria agricola, ad una macchina operatrice. La sua caratteristica principale è quella di trasmettere il moto lungo un'ampia gamma di direzioni nello spazio fino alla macchina operatrice e consentire all'insieme trattoria-macchina operatrice di eseguire curve, sollevamenti e abbassamenti reciproci.

L'albero cardanico è normalmente costituito da due giunti collegati tra di loro da due elementi telescopici, che possono scorrere l'uno dentro l'altro. I due giunti consentono una rotazione nello spazio lungo i tre assi, mentre i tubi telescopici consentono di trasferire il moto di rotazione da un giunto all'altro.

A seconda dell'angolo relativo (angolo di snodo) che i due giunti assumono, si ottiene un rapporto di trasmissione istantaneo variabile, che è unitario quando i due giunti operano sullo stesso piano mantenendo angoli di snodo uguali, ed è maggiore o minore a 1 quando non si verificano queste condizioni. In quest'ultimo caso, si creano delle velocità diverse tra i due giunti, che causano vibrazioni e rumorosità. Queste conseguenze, che aumentano con l'aumentare della velocità e delle masse in rotazione, provocano delle restrizioni soprattutto degli angoli possibili d'uso (16° per velocità di rotazione di 540 giri/min e 9° per 1000 giri/min).

Al fine di garantire un rapporto di trasmissione sempre unitario, indipendentemente dal valore dell'angolo di snodo, vi è un tipo di giunto definito omocinetico, che consente anche il raggiungimento di angoli di lavoro maggiori. Gli alberi cardanici costruiti con ambedue i giunti del tipo omocinetico, non manifestano irregolarità di trasmissione.

Per favorire il raggiungimento di angoli di lavoro ancora maggiori, al fine di soddisfare particolari esigenze operative, l'albero cardanico può essere costruito con l'inserimento di un terzo giunto creando il cosiddetto "grandangolo" che consente il raggiungimento di angoli fino a 80°.

Sono parti componenti dell'albero cardanico anche le forcelle, le crociere i sistemi di fissaggio alla presa di forza i limitatori di coppia, la ruota libera e le protezioni (fig. 1).

2. PROTEZIONI

La protezione antinfortunistica è composta da alcune parti, molte di queste in plastica (ad alta resistenza contro i raggi UV e relativamente insensibile alle escursioni di temperatura), quali:

- le cuffie (composte da imbuti di base e fasce di estremità, rispettivamente punti 1 e 2, fig. 2);
- le ghiera di collegamento (per permettere la rotazione dell'albero rispetto alla protezione) (punto 3, fig. 2);
- i tubi telescopici (punto 4, fig. 2);

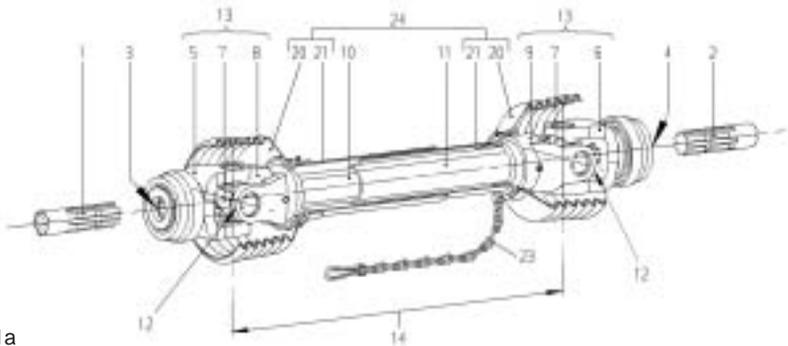


Figura 1a

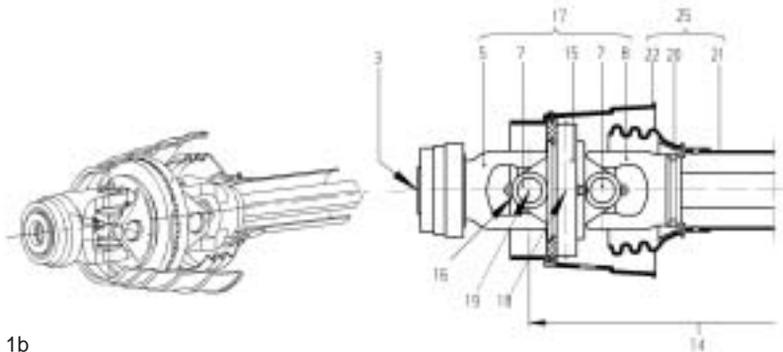


Figura 1b

Legenda:

- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1 Presa di potenza (p.d.p.)
 2 Innesto trasmissione di potenza
 3 Sistema di bloccaggio lato trattrice
 4 Sistema di bloccaggio lato macchina operatrice
 5 Forcella lato trattrice
 6 Forcella lato macchina operatrice
 7 Crociera
 8 Crociera tubo interno
 9 Crociera tubo esterno
 10 Tubo interno
 11 Tubo esterno
 12 Profilo esterno della crociera del giunto universale
 13 Giunto universale</p> | <p>14 Albero di trasmissione dalla presa di potenza, estensione in posizione chiusa e aperta
 15 Giunto omocinetico
 16 Fine del giunto omocinetico
 17 Giunto grandangolare
 18 Centro di articolazione del giunto grandangolare
 19 Centro del giunto esterno
 20 Cuffia di protezione
 21 Protezione del tubo
 22 Cuffia di protezione del giunto grandangolare
 23 Sistemi di ritenuta
 24 Protezione dell'albero cardanico
 25 Protezione del giunto grandangolare</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Fig. 1 - Componenti della protezione e dell'albero cadanico.

- le catenelle di ritegno, per impedire un eventuale parziale trascinarsi in rotazione della protezione rispetto all'albero cardanico, in caso ad esempio di scarsa lubrificazione (punto 5, fig. 2);
- le protezioni sono dotate di pittogrammi il cui significato è riportato nel manuale di istruzioni.



Legenda: 1 cuffia; 2 cuffia del giunto grandangolare; 3 ghiera di collegamento; 4 tubo telescopico; 5 catenella di ritenuta

Fig. 2 - Dotazione di sicurezza di un albero cardanico: parti della protezione antinfortunistica, etichette o decalcomanie di avvertimento e manuale di istruzioni.



Fig. 3 - Esempi di pittogrammi di sicurezza.

Le protezioni degli alberi cardanici vengono verificate seguendo la norma europea EN 1152 che ne definisce e descrive le metodologie di prova e i criteri di accettabilità per la determinazione della resistenza all'usura, della robustezza e della durata.

Il costruttore effettua le prove su una protezione prelevata a campione all'interno della produzione al fine di garantire la conformità con la serie prodotta.

La prova viene effettuata con la protezione montata sull'albero cardanico regolato alla lunghezza di 1 m. Durante l'esecuzione delle prove, deve essere impedita la rotazione della protezione attraverso un dispositivo di fissaggio.

La prova di usura completa consta di quattro fasi per un totale di 290 h. La protezione e l'albero cardanico vengono posizionati in una cabina e sottoposti a cicli di prova che prevedono l'immersione in acqua salata e azionamenti, in temperatura ambiente e in atmosfera contenente polvere organica e minerale, al fine di simulare le reali condizioni d'uso.

Infine, le protezioni e l'albero cardanico sono sottoposti a prove di resistenza mediante l'applicazione di un carico assiale a temperatura ambiente e a bassa temperatura (-35°C), e di un carico radiale a temperatura ambiente ed a prove d'urto effettuate a bassa temperatura.

Anche i dispositivi di fissaggio contro la rotazione della protezione subiscono una prova di trazione che verifica la resistenza a rotture o incrinature.

Si ritiene che la protezione abbia superato le suddette prove se:

- non presenta fori o deformazioni causate dall'usura durante la prova, che lascino scoperte parti dell'albero cardanico che devono rimanere coperte;
- non presenta rotture, incrinature o separazioni di parti;

- non si verificano spostamenti sull'albero cardanico rispetto alla posizione iniziale;
- i dispositivi di fissaggio non presentano deformazioni permanenti o rotture che ne pregiudichino la funzione.

Tutto ciò al fine di garantire all'utilizzatore un livello minimo di durata delle protezioni e dell'albero cardanico nelle diverse condizioni d'uso.

C - SICUREZZA D'USO

1. GENERALITÀ

Nell'impiego delle trasmissioni cardaniche qualora non vengano prese tutte le misure di sicurezza – sia quelle stabilite dalle leggi e dalle normative tecniche, che quelle comportamentali – si possono verificare gravi infortuni.

I pericoli conseguenti all'impiego degli alberi cardanici sono essenzialmente riconducibili a "impigliamento" e "trascinamento".

Perché ciò non si verifichi, è essenziale che:

1. nella trasmissione del moto con alberi cardanici i dispositivi di sicurezza siano montati correttamente ed integri in tutte le loro parti, compresa la protezione a cappuccio applicata sulla p.d.p. della trattrice, quando non utilizzata (figg. 4 e 5);

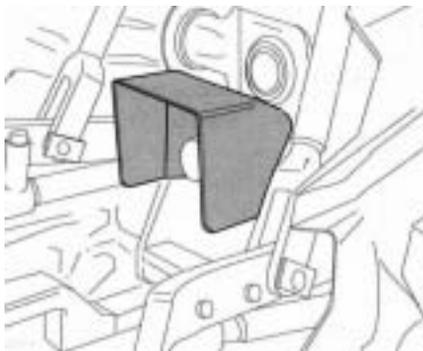


Fig. 4 - Esempio di scudo di protezione in lamiera.

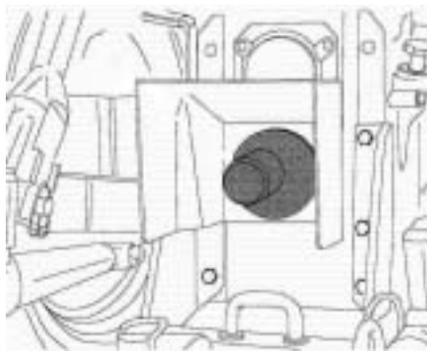


Fig. 5 - Esempio di protezione a cappuccio.

2. i lavoratori addetti devono indossare abiti da lavoro aderenti, privi di parti svolazzanti, quali lacci, cravatte, sciarpe e quant'altro costituisca appiglio;

3. le chiome fluenti siano legate poiché sono facile presa per gli organi rotanti;

4. intorno alle macchine in lavorazione con trasmissione del moto in azione, non vi siano estranei ed in particolare bambini;

5. per evitare conseguenze a terzi – ed anche in questi casi, in particolare ai bambini – non si abbandoni mai il complesso trattrice-operatrice nel centro aziendale, in prossimità di abitazioni e di strade pubbliche, con il motore della motrice acceso o con la chiave inserita nel quadro o ancora, con la trasmissione cardanica in funzione.

2. DATI STATISTICI E PRINCIPALI CAUSE D'INFORTUNIO

In base alle denunce all'INAIL del 1999, i danni imputabili alle trasmissioni cardaniche (riguardanti anche altri organi rotanti presenti nelle motrici o nelle operatrici agricole oltre gli alberi cardanici) sono stati 279, dei quali 2 mortali e 53 invalidanti permanentemente, posizionandosi rispettivamente al 17° posto per i lavoratori autonomi ed al 19° per i dipendenti.

In anni precedenti le pubblicazioni INAIL (“Statistiche per la prevenzione” del Centro di informazione e di documentazione infortunistica - CIDI), nella lista degli “Agenti materiali” che hanno provocato infortuni, mettono in evidenza che il “giunto cardanico” si colloca all'83° posto nel 1993 ed all'86° posto nel 1994 (infortuni accaduti nel 1994 e definiti al 31.12.95). Nei due anni considerati si sono riscontrati infortuni mortali - uno per anno - mentre minori erano risultati quelli invalidanti (tab. 1).

Tab. 1 - INCIDENTI AVVENUTI (FONTE INAIL) AGENTE MATERIALE “GIUNTO CARDANICO”				
Anno (*)	N° casi in complesso	N° casi mortali	N° casi con postumi permanenti (**)	N° casi con inabilità temporanea
1992	209	1	17	191
1993	194	1	15	178
1994	150	1	17	132
1995	166	1	22	143
1996	158	1	14	143
1997	142	0	12	130
1998	103	1	13	89
1999	95	2	5	88

(*) infortuni avvenuti dal 1° gennaio al 31 dicembre dell'anno di riferimento e definiti a tutto il 31 dicembre dell'anno successivo.

(**) postumi permanenti di grado d'inabilità uguale superiore al grado minimo dell'11%.

Dal 1° giugno '93, sono esclusi dall'assicurazione obbligatoria i lavoratori autonomi per i quali l'attività agricola non sia prevalente (in base alla L. n. 243 del 19 luglio 1993).

Al fine di dare un messaggio diretto su cosa va evitato nell'uso dell'albero cardanico, si riporta di seguito una breve rassegna sulle modalità di accadimento riscontrate in alcuni infortuni realmente accaduti.

1. Un operaio agricolo è fermo in prossimità della trattrice, con il motore acceso. Sta parlando con alcuni compagni di lavoro. Terminata la conversazione, si accinge a

salire sulla trattrice, in modo non corretto. Infatti non accede dalla parte giusta, aiutandosi con i predellini ed il maniglione presenti sul mezzo, ma preferisce salire dalla parte posteriore, in quanto è più vicino. Per farlo si aggrappa con la mano destra alla spalliera del sedile, appoggia il piede sul tegolino di protezione posto sulla p.d.p., che, però è priva del cappuccio metallico di protezione. Dopo la prima spinta, per continuare la salita si aggrappa con la mano sinistra al volante: involontariamente urta contro la leva di azionamento della p.d.p. nel momento in cui solleva le gambe per accedere al posto di guida. L'albero della p.d.p. gli prende un laccio del pantalone della tuta di lavoro: in un attimo resta impigliato nell'albero. Nonostante i colleghi provvedono a spegnere il motore, l'operaio perderà l'arto.

2. Un operaio inizia il turno pomeridiano con una trattrice a ruote che traina una raccogliballatrice, azionata tramite trasmissione cardanica.

A fine turno il dirigente d'azienda ed alcuni compagni di lavoro, non vedendolo tornare, si recano nella località di lavoro. Trovano il trattore fermo con il motore acceso; l'albero di trasmissione trascinava nella sua rotazione il corpo irriconoscibile dell'operatore. L'albero cardanico era completamente privo di protezione.

3. Un coltivatore diretto è pronto nell'aia di casa per andare a lavorare con la trattrice collegata ad una operatrice trainata. La trattrice è già in moto, come pure è già in azione la trasmissione cardanica. Si ricorda di aver dimenticato qualcosa, per cui torna in casa, lasciando la macchina. Si avvicina al complesso trattrice-operatrice, la figlia, una bambina di sei anni, con chioma fluente. Si abbassa in prossimità dell'albero cardanico per osservare chissà cosa: viene presa per i capelli e trascinata in un folle sarabanda che la porterà alla morte. Un anno dopo, nella stessa zona, una sorte simile è toccata ad un maschietto della stessa età.

3. SCELTA DELL'ALBERO CARDANICO

Gli alberi cardanici vengono normalmente consegnati a corredo delle macchine operatrici in occasione del loro acquisto; per cui la scelta del tipo più idoneo di trasmissione da utilizzare è già stata fatta dal costruttore della macchina operatrice in relazione alle condizioni da lui previste d'uso della macchina stessa.

I criteri che portano alla scelta di una trasmissione sono criteri che tengono conto della potenza della trattrice utilizzata, della velocità di rotazione (540 o 1000 giri/min) e del valore della coppia trasmessa. Queste grandezze definiscono la "categoria" dell'albero cardanico e individuano le dimensioni dei vari componenti quali forcelle, crociere, tubi telescopici ecc..

Dopo aver definito la categoria dell'albero cardanico (normalmente individuata da classi), con un semplice diagramma, che mette in relazione dimensione dell'albero cardanico, la coppia di lavoro, la velocità di rotazione con l'angolo di snodo, è possibile individuare la durata dell'albero stesso in termini di ore di lavoro (fig. 6).

Dal diagramma si può verificare come l'angolo di lavoro condiziona pesantemente la durata e l'efficienza di un albero cardanico.

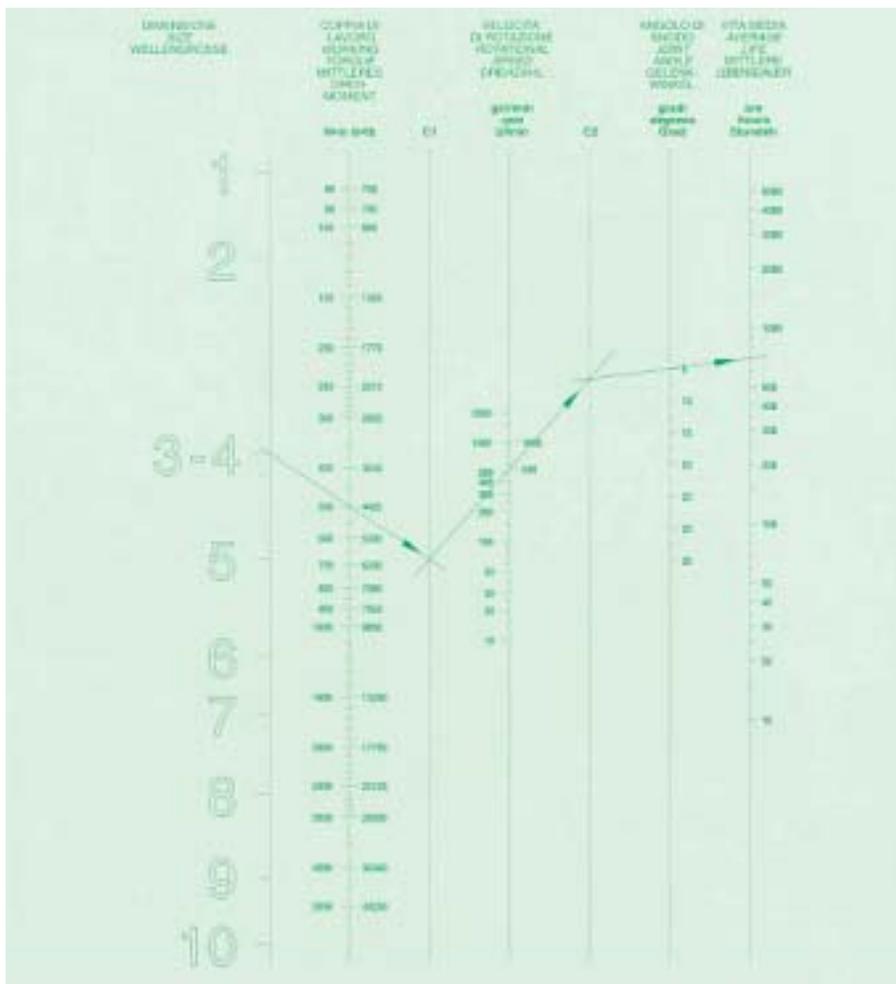


Fig. 6 - Esempio di suddivisione in categorie: considerando un normale albero cardanico, utilizzabile per trattrici di 26 kW (35 CV), in grado di trasmettere una coppia di lavoro di circa 500 Nm (punto C1) ad una velocità di rotazione di 540 giri/min (punto C2); lavorando con angoli massimi di 5° può avere una vita di 750 h. La stessa trasmissione se è invece utilizzata con angoli di 7° vede crollare la sua durata a non più di 400 h.

4. COLLEGAMENTO TRATTRICE-OPERATRICE

In questa fase occorre:



- evitare abiti da lavoro con cinghie, lembi o parti che possano costituire aggancio;

- indossare gli idonei DPI quali guanti e scarpe antinfortunistiche;



- spegnere il motore ed estrarre le chiavi dal quadro comando della trattrice prima di avvicinarsi alla macchina;

- non avvicinarsi alla macchina finché tutti i componenti della stessa si siano arrestati;

- prima di installare l'albero cardanico pulire ed ingrassare la p.d.p. della trattrice e l'albero cardanico della macchina operatrice;

- prima di montare l'albero cardanico verificare che tutte le protezioni della trasmissione, della trattrice e della macchina operatrice siano presenti ed efficienti. Eventuali parti danneggiate o mancanti dovranno essere sostituite con ricambi originali ed installati correttamente come descritto nel manuale di istruzioni;



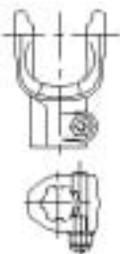
- trasportare l'albero cardanico mantenendolo orizzontale per evitare che un'eventuale sfilamento possa procurare incidenti o danneggiare le protezioni;



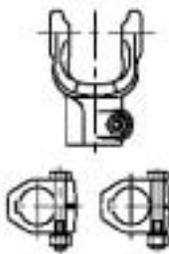
- rispettare il verso di montaggio dell'albero cardanico innestando sulla trattrice il lato segnalato dalla freccia dal simbolo della trattrice stampato sullo stesso;

- infilare il mozzo della forcella sulla presa di potenza in modo che il sistema di bloccaggio, azionato tramite pulsante, collare o ghiera, scatti nella gola (fig. 7);

**Attacco
con bullone conico**



**Attacco
con bullone
di stringimento**



Attacco rapido



Fig. 7 - Sistema di bloccaggio per alberi cardanici.

- nel caso in cui il sistema di bloccaggio sia costituito da un bullone conico con coppia di serraggio attenersi le indicazioni riportate nel manuale di istruzioni;
- collegare i dispositivi di ritegno (catenelle) agli appositi punti di aggancio, previsti sulla trattrice e sulla macchina operatrice, al fine di evitare la rotazione delle protezioni poste sull'albero;
- verificare che la cuffia di protezione della macchina operatrice e quella posta sulla trattrice si sovrappongano ciascuna per almeno 5 cm alla protezione dell'albero cardanico (figg. 8 e 9);

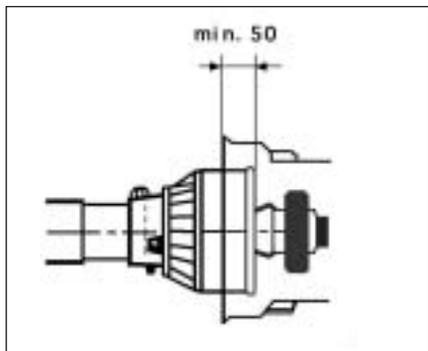


Fig. 8 - Protezione dei giunti lato macchina.

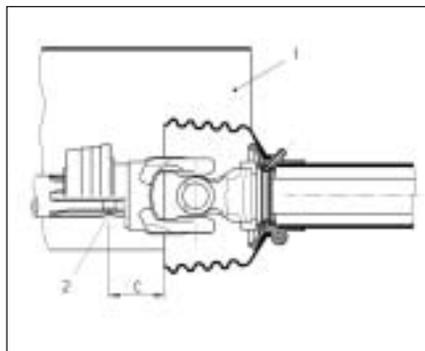


Fig. 9 - Protezione dei giunti lato trattrice (1 - Protezione della presa di potenza (p.d.p.) della trattrice; 2 - Asse del pulsante di blocco).

- i dispositivi aggiuntivi quali limitatori di coppia, frizioni, ruote libere ecc. devono sempre essere montati sul lato macchina;
- terminato il lavoro scollegare la macchina operatrice dalla trattrice. L'albero cardanico, se lasciato nell'innesto della macchina operatrice, andrà collocando con l'altra estremità nell'apposito sostegno; in alternativa posizionare l'albero cardanico smontato in una apposita rastrelliera o sostegno (fig. 10).



Fig. 10 - Esempio di rastrelliera per riporre dopo l'uso gli alberi cardanici.

5. IMPIEGO

Nell'impiego dell'albero cardanico per la trasmissione di coppia motrice dalla presa di potenza della trattrice all'albero di ricezione del moto di macchine operatrici occorre tenere in considerazione alcuni aspetti tra cui: la scelta dell'appropriato regime di rotazione della p.d.p.; l'utilizzazione dei dispositivi per il corretto montaggio; angoli di curvatura e lunghezza dell'albero adeguati e più in dettaglio:

a) Appropriato regime di rotazione della p.d.p..

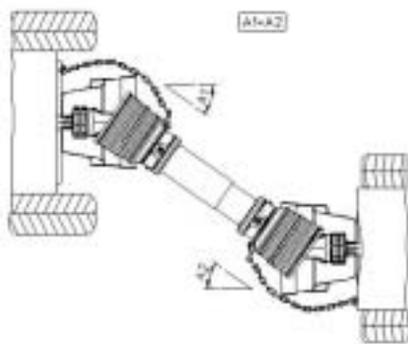
L'appropriato regime di rotazione della p.d.p. è indicato nel manuale di istruzioni della macchina operatrice e direttamente su una targhetta posta su di essa.

Tale valore tiene conto della resistenza dei materiali sia della macchina operatrice che del relativo albero cardanico. E' opportuno lavorare entro tali valori in quanto il loro superamento può determinare rotture delle componenti.

b) Angoli e lunghezza di esercizio.

Durante le fasi lavorative è opportuno mantenere l'asse di rotazione della p.d.p. il più possibile allineato con l'asse dell'albero di ricezione del moto posto sulla macchina operatrice.

Nel caso sia necessario operare in condizione diverse è opportuno fare attenzione che gli angoli formati dall'asse della p.d.p. della trattrice e dell'albero di ricezione del moto dell'operatrice con l'asse dell'albero cardanico siano uguali e contenuti nei limiti indicati dal costruttore.



A titolo indicativo si riportano di seguito gli angoli di snodo massimi consigliati per alberi cardanici di tipo standard e omocineticici grandangolari.

ti indicati dal costruttore.

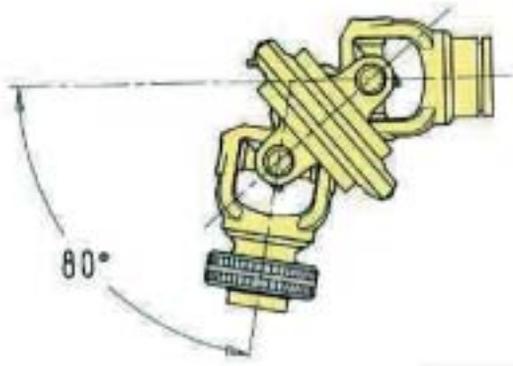
- Standard

in lavoro continuo	25°
per brevi periodi di lavoro	45°
non in rotazione	90°



- Snodo cardanico omocinetico grandangolare

in lavoro continuo	25°
per brevi periodi di lavoro	70/80° (secondo tipo)
non in rotazione	70/80° (secondo tipo)



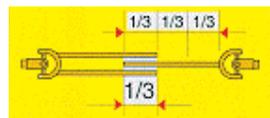
Per angoli maggiori o disuguali si deve disinnestare il moto.

Per lo snodo cardanico grandangolare occorre verificare il raggio di azione e lo spazio libero per l'albero cardanico: un eventuale contatto dell'albero cardanico con la trattrice o l'attrezzatura può comportare dei danneggiamenti allo stesso.

Prima di iniziare il lavoro assicurarsi che la trasmissione cardanica sia correttamente fissata alla trattrice e alla macchina operatrice.



Inoltre, in ogni condizione di lavoro i tubi telescopici devono sovrapporsi per almeno 1/3 della loro lunghezza nella posizione di massimo allungamento (ovvero per almeno 1/2 della loro lunghezza nella posizione di massimo rientro) e mantenere almeno 10 cm di gioco quando sono rientrati.



E' necessario che i dispositivi di ritegno (catenelle) atti ad impedire la rotazione delle protezioni dell'albero cardanico siano fissate in modo da permettere l'articolazione del giunto in ogni condizione di lavoro e di trasporto.



E' fatto assolutamente divieto di utilizzare l'albero cardanico come appoggio o come predellino.



Illuminare la zona di lavoro della trasmissione durante le fasi di installazione e d'uso notturno o di scarsa visibilità.



6. GUASTI ED INCONVENIENTI

Nella tabella seguente sono riportati i più frequenti inconvenienti, le cause ed i possibili rimedi:

Inconvenienti	Cause	Rimedi
Usura bracci e forcelle	Eccessivi angoli di lavoro	Ridurre gli angoli, disinserire la p.d.p. in manovra.
Deformazione forcelle Rottura perni della crociera	Eccessivi picchi di coppia	Evitare i sovraccarichi, gli innesti sotto carico della p.d.p. e verificare l'efficienza del limitatore di coppia.
Usura precoce perni della crociera	Eccessiva potenza di lavoro Lubrificazione insufficiente Carenza di manutenzione	Evitare il superamento delle condizioni di velocità e di potenza stabilite dal costruttore e riportate nel manuale di istruzioni della macchina, effettuare la lubrificazione e la manutenzione nei tempi e con le modalità riportate nel manuale di istruzioni.
Deformazione tubi telescopici	Eccessivi picchi di coppia	Evitare i sovraccarichi, gli innesti sotto carico della p.d.p., verificare l'efficienza del limitatore di coppia, verificare che l'albero cardanico durante le manovre non vada in contatto con la trattice o parti della macchina operatrice.
Sfilamento dei tubi telescopici	Eccessivo allungamento dell'albero cardanico	Evitare condizioni di estremo allungamento, far sì che i tubi rimangano sovrapposti almeno 1/3 della loro lunghezza nella posizione di massimo allungamento.
Distacco del cono di protezione o rottura della catenella	Errato fissaggio	Fissare le catenelle in modo da permettere l'articolazione dell'albero cardanico in ogni condizione di lavoro e manovra.

7. MANUTENZIONE

È responsabilità degli utilizzatori garantire il mantenimento dell'albero cardanico come fornito dal costruttore. Ciò significa che le operazioni di manutenzione e ripristino devono essere eseguite nel rispetto delle informazioni fornite dal costruttore con il manuale di istruzioni.

Tutte le operazioni di manutenzione e riparazione devono essere effettuate con idonei DPI (guanti, tuta e scarpe antinfortunistiche).

Per informazioni più approfondite riguardo l'uso dei DPI si rimanda alla lettura dell'opuscolo ENAMA "La Sicurezza delle Macchine Agricole - Parte Generale".

Ogni intervento si deve avvalere di:

- una adeguata informazione sulle procedure (desumibile dal manuale di istruzioni che deve sempre accompagnare l'albero cardanico);
- un idoneo luogo di lavoro;
- una attrezzatura e competenza adeguata.

L'idoneo luogo di lavoro deve in ogni caso comprendere una superficie di appoggio piana, pavimentata, ben illuminata, sufficientemente ampia, meglio se all'interno di un fabbricato, servita di attrezzi.

L'uso di attrezzature di officina più complesse, deve essere effettuato seguendo attentamente le istruzioni del costruttore.

Una corretta manutenzione deve attenersi almeno alle seguenti indicazioni:

- spegnere il motore e togliere le chiavi della trattrice prima di avvicinarsi alla macchina operatrice;

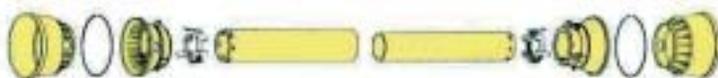


- lubrificare i componenti con le modalità e i tempi previsti nel manuale di istruzioni o dopo lunghi periodi di inattività. Ingrassare gli elementi telescopici separando le due parti dell'albero cardanico;

- trasportare la trasmissione mantenendola orizzontale per evitare che lo sfilamento possa provocare incidenti o danneggiare le protezioni;



- eventuali componenti della protezione danneggiati o mancanti devono essere sostituiti con ricambi originali ed installati correttamente, senza modificare o manomettere alcun componente; qualora si rivelasse necessaria una modifica non prevista dal manuale di istruzioni, rivolgersi al rivenditore;



- per gli alberi provvisti di limitatori di coppia a bullone, verificare lo stato del bullone stesso e, se danneggiato o tranciato, sostituirlo con uno di uguale dimensione e classe di resistenza (fig. 11);

- per gli alberi provvisti di limitatori di coppia a frizione, verificare prima dell'uso l'efficienza dei dischi di attrito e la taratura delle molle di compressione secondo quanto previsto dal manuale di istruzioni (fig. 11);

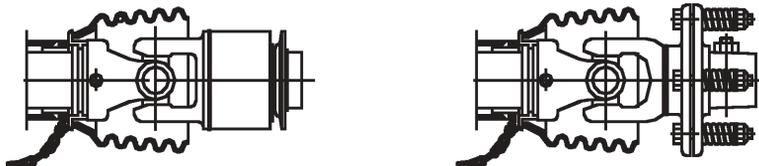


Fig. 11 - Esempi di limitatori di coppia.

- pulire e ingrassare la presa di potenza della trattrice e l'albero cardanico della macchina operatrice prima di installare la trasmissione cardanica;



- rispettare i tempi di intervento per la lubrificazione e l'ingrassaggio dell'albero cardanico riportati nel manuale d'istruzioni (fig. 12).

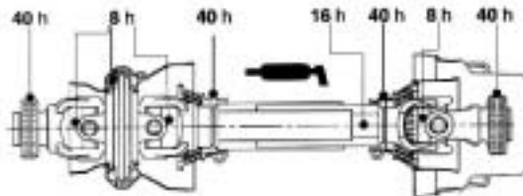


Fig. 12 - Nei riquadri sono riportati gli intervalli di tempo da un ingrassaggio all'altro.

D - RUMORE

Si ricorda che in base al DLgs 277/91 va privilegiato l'acquisto di macchine con una bassa emissione sonora. Il livello di rumore emesso è verificabile tramite la consultazione del manuale di istruzioni nel quale il costruttore deve dichiararne il valore ai sensi del DPR 459/96 (Direttiva Macchine).

Occorre comunque verificare il livello di rumore emesso nei luoghi di lavoro al fine di definire gli accorgimenti necessari nel caso di superamento di 80 dB(A), soglia di pericolo per l'esposizione giornaliera dell'operatore al rumore (per ulteriori approfondimenti consultare l'opuscolo ENAMA "La misura dell'esposizione al rumore in agricoltura").

E - DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE (DPI)

In riferimento al tipo di lavorazione e in relazione ai pericoli esistenti devono essere utilizzati i dispositivi di protezione individuali (DPI) conformi al DLgs 475/92 (tutti i DPI devono essere marcati CE). A livello generale è buona norma utilizzare sempre scarpe antinfortunistiche, guanti, occhiali e, nel caso d'uso di trattore senza cabina, maschere in grado di intercettare e trattenere il pulviscolo (terra e concime). In relazione all'esposizione dell'operatore al rumore, è alquanto indicato dal DLgs 277/91 devono essere utilizzati dispositivi di protezione auricolare.

F - NORMATIVE DI RIFERIMENTO

DPR 27.4.55 n. 547	Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.
DPR 24.7.96 n. 459	Regolamento per l'attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine.
DM 18 maggio 1989	Trattori: presa di potenza e relativa protezione. Direttiva del 26 maggio 1986 - G.U.C.E. L. 186 dell'8 luglio 1986. Attuazione della Direttiva 86/297/CEE relativa alla prese di potenza e relativa protezione.
DLgs 19.9.94 n. 626 e successive modifiche ed integrazioni	Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.

UNI EN 292-1:1992	Sicurezza del macchinario - Concetti fondamentali, principi generali di progettazione - Terminologia, metodologia di base.
UNI EN 292-2:1992 UNI EN 292-2/A1:1995	Sicurezza del macchinario - Concetti fondamentali, principi generali di progettazione - Specifiche e principi tecnici.
UNI EN 1152:1997	Trattrici e macchine agricole e forestali - Protezione per alberi cardanici di trasmissione della presa di potenza (p.d.p.) - Prove di usura e di resistenza.
UNI EN 1553:2001	Macchine agricole - Macchine agricole semoventi, portate, semiportate e trainate - Requisiti comuni di sicurezza.
prEN 12965:2001	Trattrici, macchine agricole e forestali - Alberi cardanici di trasmissione dalla presa di potenza e loro protezioni - Sicurezza.
ISO 500:1991	Trattrici agricole - Presa di potenza posteriore - Tipi 1, 2 e 3.
ISO 11684:1995	Trattrici, macchine agricole e forestali, macchine a motore da giardinaggio - Segni grafici per la sicurezza e pittogrammi di segnalazione dei pericoli - Principi generali.

La presente scheda - linee guida è stata realizzata nell'ambito del Gruppo di lavoro ENAMA composto da esperti dei Soci e dell'ISPESL.

Un particolare ringraziamento va al Dr. Donato Rotundo che ha coordinato i lavori ed al Dr. Carlo Carnevali che ha curato la redazione.

Composizione Gruppo di lavoro:

Alberto Cappelli, Carlo Carnevali, Giorgio Casini Ropa, Andrea Catarinozzi, Antonella Covatta, Paolo Di Martino, Renato Delmastro, Stefania Donati, Michele Galdi, Vincenzo Laurendi, Roberto Limongelli, Danilo Pirola, Marco Pirozzi, Fabio Ricci, Lorenzo Rossignolo, Donato Rotundo, Elio Santonocito, Gennaro Vassalini.

**NON ACCONTENTARTI DI UNA
QUALUNQUE
"MACCHINA AGRICOLA",
SCEGLI QUELLA CON
IL MARCHIO**



**CERTIFICATA
DI PRESTAZIONI E SICUREZZA**

IL MARCHIO ENAMA E' UFFICIALMENTE RICONOSCIUTO DA:

MIPAF (Ministero per le Politiche Agricole e Forestali)

ASSOCAP (Associazione Nazionale Consorzi Agrari)

CIA (Confederazione Italiana Agricoltori)

COLDIRETTI (Confederazione Nazionale Coltivatori Diretti)

CONFAGRICOLTURA (Confederazione Generale Agricoltura)

UNACMA (Unione Nazionale Commercianti Macchine Agricole)

UNACOMA (Unione Nazionale Costruttori Macchine Agricole)

UNIMA (Unione Nazionale Imprese Meccanizzazione Agricola)

**L'ENAMA è Full Member nonché coordinatore dell'ENTAM
(European Network for Testing Agricultural Machines) cui fanno parte
le strutture di prova delle macchine agricole dei Paesi europei**

**AZIENDA CON SISTEMA QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV
UNI EN ISO 9002**

**ENAMA - Ente Nazionale Meccanizzazione Agricola
Via L. Spallanzani, 22/A - 00161 ROMA
Tel. 064403137 - 064403872 Fax 064403712 email: info@enama.it
www.enama.it**