

Controllo della qualità di lavoro di vangatrici e zappatrici

Ing. Stefania Donati; Dott. Marco Fedrizzi

La crescente esigenza di lavorazioni conservative del terreno, rispettose delle sue condizioni strutturali, ha favorito la diffusione di tecniche di lavorazione alternative all'aratura ed ha dato un nuovo impulso all'impiego delle macchine con organi di lavorazione rotativi azionati dalla presa di potenza (p.d.p.) della trattrice.

Alcune macchine operatrici come le vangatrici e le zappatrici possono essere utilizzate per la lavorazione del terreno in sostituzione dell'aratro ordinario svolgendo un lavoro più efficace ed economico.

Esse inoltre sono adatte a lavorazioni semplificate in quanto riducono il numero delle successive operazioni di preparazione del letto di semina. Dal punto di vista energetico, queste macchine sfruttano la potenza delle motrici attraverso la p.d.p. anziché sfruttarla sotto forma di sforzo di trazione, consentendo così l'uso, anche per questi impieghi, di trattrici dotate di sole due ruote motrici (2WD).

Tutt'oggi persistono nella realtà operativa alcune convinzioni errate, quali ad esempio la ridotta velocità di avanzamento nel corso della lavorazione o l'esecuzione di più passaggi sullo stesso terreno allo scopo di migliorare le condizioni di affinamento e quindi di preparazione finale del terreno, possono indurre gli operatori ad un utilizzo sbagliato di tali operatrici e rendono tali macchine non appropriate per un'agricoltura sostenibile e biologica che al contrario impone una riduzione cercando di non sminuzzare troppo il terreno.

Quindi solo se usate correttamente possono risultare molto efficaci, altrimenti rappresentano uno strumento capace di produrre danni al terreno.

Bisogna, infatti, tenere presente che per ogni modello di macchina operatrice vi è un intervallo di velocità di avanzamento della trattrice che ottimizza la lavorazione: tale velocità è condizionata dalla velocità periferica di rotazione degli utensili, quindi dal numero di giri del rotore, da altri parametri che caratterizzano la macchina e dal grado di lavorazione che si vuole ottenere.

Lo scopo di questo lavoro è quello di fornire delle indicazioni sulla relazione tra la velocità di avanzamento e quella di lavorazione. Saranno, quindi, calcolate le velocità ottimali di avanzamento per le zappatrici e le vangatrici prendendo in considerazione un terreno di medio impasto, profondità di lavoro ottimale e trascurando le perdite dovute allo slittamento della trattrice. Successivamente saranno confrontate, in relazione a tali grandezze, le prestazioni di alcune macchine certificate dall'ENAMA.

Nello sviluppo del presente studio è stato scelto quale presupposto di base di utilizzare sempre velocità di rotazione del motore della trattrice che consentono alla p.d.p. di ruotare costantemente ai valori nominali di 540 o 1000 min^{-1} secondo i casi. Va ricordato, inoltre, che il presente studio si limita ad ottimizzare secondo le problematiche sopra evidenziante senza prendere in considerazione i consumi specifici delle singole macchine.

ZAPPATRICE

Valutazioni sulla velocità di avanzamento della trattrice

Gli organi operatori compiono un movimento composto da moto rettilineo uniforme e moto circolare uniforme che dà luogo ad una cicloide allungata (fig. 1), il cui passo è funzione del rapporto fra velocità periferica e velocità di avanzamento.

La velocità di avanzamento v (m/s) è espressa in funzione del regime di rotazione del rotore n (min^{-1}) e dell'intervallo di taglio i_t (m) necessario ad ottenere un certo grado di amminutamento del terreno stesso, ossia la dimensione iniziale della zolla di terra tagliata. In proposito, detto z il numero degli organi di taglio (zappette) montati su ogni flangia del rotore che agiscono sulla stessa striscia di terra si può scrivere l'eguaglianza:

$$v = \frac{z \cdot i_t}{t} = z \cdot i_t \cdot \frac{w}{2p} = z \cdot i_t \cdot \frac{n}{60}$$

dove t (s) è il tempo impiegato dal rotore per compiere un giro.
Ad ogni giro del rotore, infatti, si hanno z intervalli di taglio.

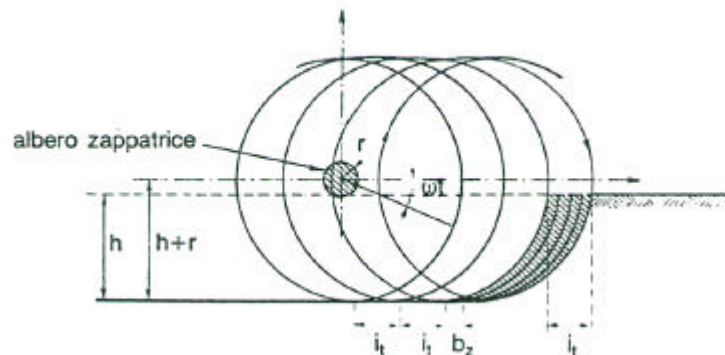


Fig. 1 – Traiettoria (cicloide allungata) di una zappatrice e intervallo di taglio i_t . (Pellizzi)

La relazione precedente permette di calcolare, una volta noti il numero di giri e il numero delle zappette del rotore, la velocità di avanzamento necessaria per ottenere l'intervallo di taglio desiderato. Ciò significa che, a parità di numero di zappette e numero di giri del rotore, per avere degli intervalli di taglio maggiori si deve procedere più velocemente.

Ottimizzazione

Uno dei problemi da evitare è la coincidenza o eccessiva riduzione della distanza tra un taglio e il successivo. Ciò dipende oltre che dalla velocità di avanzamento anche dalla forma degli organi di taglio, in particolar modo dalla larghezza della zappetta. Affinché non si abbia costipamento del terreno ed inutile spesa di energia, secondo il prof. Pellizzi, occorre far sì che l'albero di supporto delle zappette rotoli senza strisciare sul terreno. Ciò si verifica – detto r (m) il raggio dell'albero e R (m) il raggio del rotore comprensivo di utensili, ove $r = (0,10 \div 0,15)R$ – quando si avverano le seguenti condizioni:

- profondità di lavoro

$$h = R - r = (0,85 \div 0,90) R;$$

- rapporto tra velocità periferica delle zappette v_z e velocità di avanzamento della trattrice v

$$\frac{v_z}{v} = (7 \div 10).$$

Il rapporto precedente può essere scritto anche in relazione ai parametri di lavorazione (i_t, z, n) prendendo la formula sopra indicata per la velocità di avanzamento della trattrice:

$$\frac{v_z}{v} = \frac{2pR}{i_t \cdot z} = (7 \div 10)$$

essendo:

$$v_z = wR = \frac{2pn}{60} R.$$

Tale formula consente di verificare che il rapporto fra le due velocità si mantenga entro i valori sopra ricordati, condizione indispensabile per il buon funzionamento della macchina, regolando i parametri di lavorazione.

Con questa relazione, per rispettare tali condizioni si deve prima, noti R, z caratteristiche della macchina operatrice, stabilire un i_t che rispetti tale intervallo di ottimizzazione, quindi, una volta determinata v_z dal numero di giri del rotore, calcolare la velocità ottimale di avanzamento della trattrice v che consenta di ottenere il valore desiderato di intervallo di taglio.

Ad esempio:

Con una zappatrice avente: $R = 0,225$ m; $z = 3$ (6 alternate); $n = 224 \text{ min}^{-1}$ (con la p.d.p. a 540 min^{-1}) per rispettare le condizioni sopra indicate si può ottenere un intervallo di taglio $i_t = 6$ cm procedendo a velocità $v = 2,4$ km/h.

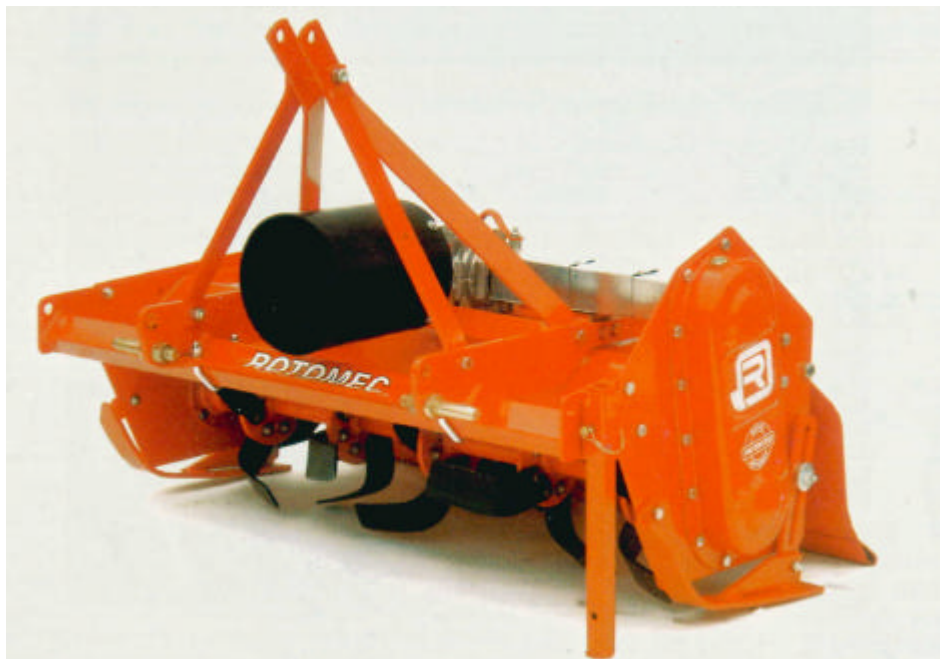
Applicazione

Nel presente testo si desidera sviluppare, a parità di trattrice accoppiata alla zappatrice, i precedenti calcoli e confrontare le prestazioni in lavorazione di alcune macchine.

Sono state scelte delle zappatrici i cui dati necessari per i calcoli sono stati presi dai certificati ENAMA o dai depliant informativi. Noti, quindi, z , n , R , è stata tracciata (fig. 2 e 3) la relazione lineare tra la velocità di avanzamento e l'intervallo di taglio. È stato poi evidenziato in grassetto sulle linee l'intervallo di ottimizzazione per ogni macchina e sono state marcate le intersezioni con le velocità corrispondenti alle combinazioni di rapporti al cambio di velocità della trattrice Case IH JX 90 U 2WD desunte dal rapporto OCSE No. 2764/20032 Codice 1.

Per ottenere una rotazione della p.d.p. costante il regime di rotazione del motore è stato ipotizzato costante, pari a 2199 min^{-1} per le macchine azionate dalla p.d.p. a 540 min^{-1} e a 2381 min^{-1} per le macchine azionate dalla p.d.p. a 1000 min^{-1} .

Macchine operatrici azionate dalla p.d.p. a 540 min^{-1}



Zappatrice rotativa Rotomec T 30 125 BT certificato ENAMA n° 03 – 029a novembre 2000



Zappatrice rotativa Kuhn EL 62

Di seguito sono riportate le tabelle di calcolo utilizzate per ottenere il grafico di figura 2:

- dati zappatrici:

DATI	ROTOMECH T 30	KUHN EL 82	KUHN EL 92	KUHN EL 92	KUHN EL 62
n (min^{-1})	205	212	194	230	224
R (m)	0,2125	0,2625	0,2625	0,2625	0,225
z	2	3	3	3	3

- dati trattrice Case IH JX 90 U 2WD:

Combinazioni di rapporti al cambio di velocità della trattrice	Marcia		Velocità (km/h) a 2500 min^{-1}	Velocità (km/h) con p.d.p. a 540 min^{-1}
a	1	<i>Slow LO</i>	1,57	1,38
b	1	<i>Slow HI</i>	1,79	1,58
c	2	<i>Slow LO</i>	2,29	2,01
d	2	<i>Slow HI</i>	2,61	2,29
e	3	<i>Slow LO</i>	3,30	2,90
f	1	<i>Medium LO</i>	3,68	3,24
g	3	<i>Slow HI</i>	3,76	3,31
h	1	<i>Medium HI</i>	4,19	3,69
i	4	<i>Slow LO</i>	4,73	4,16

- calcolo della velocità di avanzamento in funzione dell'intervallo di taglio secondo la precedente relazione (linee del grafico in figura 2):

Intervallo di taglio (cm)	Velocità di avanzamento (km/h)				
	T 30	EL 82	EL 92 (194)	EL 92 (230)	EL 62
1	0,24	0,38	0,34	0,41	0,40
2	0,49	0,76	0,69	0,82	0,80
3	0,73	1,14	1,04	1,24	1,20
4	0,98	1,52	1,39	1,65	1,61
5	1,23	1,90	1,74	2,07	2,01
6	1,47	2,28	2,09	2,48	2,41
7	1,72	2,67	2,44	2,89	2,82
8	1,96	3,05	2,79	3,31	3,22
9	2,21	3,43	3,14	3,72	3,62
10	2,46	3,81	3,49	4,14	4,03

- calcolo dei limiti dell'intervallo di ottimizzazione (tratto in grassetto delle linee in figura 2):

Rapporto v_z/v limite	Velocità di avanzamento limite (km/h)				
	T 30	EL 82	EL 92 (194)	EL 92 (230)	EL 62
7	2,34	2,99	2,74	3,24	2,71
10	1,64	2,09	1,91	2,27	1,89

- calcolo dei valori degli intervalli di taglio ottenibili con le rispettive combinazioni di rapporti al cambio di velocità della trattrice scelta. Sono evidenziati i valori contenuti nell'intervallo di ottimizzazione della velocità di avanzamento (marcati nel grafico in figura 2):

combinazioni di rapporti al cambio di velocità della trattrice	Intervallo di taglio (cm)				
	T 30	EL 82	EL 92 (194)	EL 92 (230)	EL 62
a	5,64	3,63	3,97	3,35	3,44
b	6,42	4,14	4,52	3,82	3,92
c	8,20	5,29	5,78	4,87	5,00
d	9,34	6,02	6,58	5,55	5,70
e	11,82	7,62	8,33	7,02	7,21
f	13,18	8,49	9,28	7,83	8,04

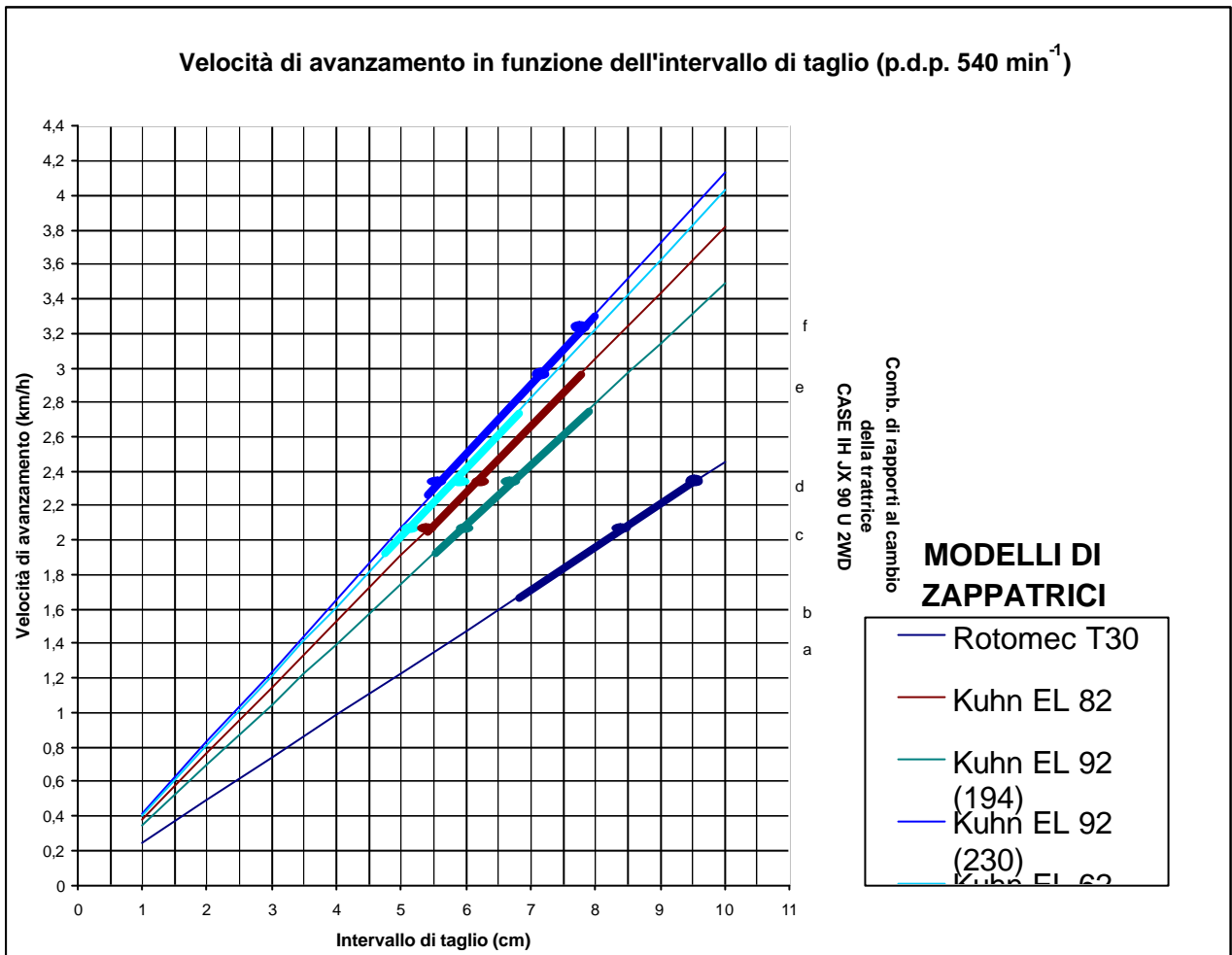


Figura 2 – Grafico della velocità di avanzamento della trattoria in funzione dell'intervallo di taglio per le macchine con collegamento alla p.d.p. a 540 min⁻¹. L'intervallo ottimale è evidenziato dal tratto in grassetto, mentre sono marcate le intersezioni con le velocità corrispondenti alle combinazioni di rapporti al cambio di velocità della trattoria.

Macchine operatrici azionate dalla p.d.p. a 1000 min⁻¹



Zappatrice rotativa Pantera 520 certificato ENAMA n° 03 – 037a novembre 2002



Zappatrice rotativa Maxi Squalo 4200 certificato ENAMA n° 03 – 031a novembre 2000

Di seguito sono riportate le tabelle di calcolo utilizzate per ottenere il grafico di figura 3:

- dati zappatrici:

DATI	Maschio	Maschio	Maschio	Valentini
	Pantera 520 serie	Pantera 520 pos. A	Pantera 520 pos. B	Maxi Squalo 4200
n (min^{-1})	258	279	241	285
R (m)	0,275	0,275	0,275	0,26
z	3	3	3	3

- dati trattrice Case IH JX 90 U 2WD:

Combinazioni di rapporti al cambio di velocità della trattrice	Marcia	Velocità (km/h) a 2500 min^{-1}	Velocità (km/h) con p.d.p. a 1000 min^{-1}
a	1 <i>Slow LO</i>	1,57	1,50
b	1 <i>Slow HI</i>	1,79	1,71
c	2 <i>Slow LO</i>	2,29	2,18
d	2 <i>Slow HI</i>	2,61	2,48
e	3 <i>Slow LO</i>	3,30	3,15
f	1 <i>Medium LO</i>	3,68	3,51
g	3 <i>Slow HI</i>	3,76	3,58
h	1 <i>Medium HI</i>	4,19	3,99
i	4 <i>Slow LO</i>	4,73	4,51

- calcolo della velocità di avanzamento in funzione dell'intervallo di taglio secondo la precedente relazione (linee del grafico in figura 3):

Intervallo di taglio (cm)	Velocità di avanzamento (km/h)			
	Pantera 520 serie	Pantera 520 pos. A	Pantera 520 pos. B	Maxi Squalo 4200
1	0,46	0,50	0,43	0,51
2	0,92	1,00	0,86	1,02
3	1,39	1,50	1,30	1,53
4	1,85	2,00	1,73	2,05
5	2,32	2,51	2,16	2,56
6	2,78	3,01	2,60	3,07
7	3,25	3,51	3,03	3,59
8	3,71	4,01	3,47	4,10
9	4,17	4,51	3,90	4,61
10	4,64	5,02	4,33	5,13

- calcolo dei limiti dell'intervallo di ottimizzazione (tratto in grassetto delle linee in figura 3):

Rapporto v_z/v limite	Velocità di avanzamento limite (km/h)			
	Pantera 520 serie	Pantera 520 pos. A	Pantera 520 pos. B	Maxi Squalo 4200
7	3,81	4,12	3,56	3,98
10	2,67	2,89	2,49	2,79

- calcolo dei valori degli intervalli di taglio ottenibili con le rispettive combinazioni di rapporti al cambio di velocità della trattrice scelta. Sono evidenziati i valori contenuti nell'intervallo di ottimizzazione della velocità di avanzamento (marcati nel grafico in figura 3):

Combinazioni di rapporti al cambio di velocità della trattrice	Intervallo di taglio (cm)			
	Pantera 520 serie	Pantera 520 pos. A	Pantera 520 pos. B	Maxi Squalo 4200
d	5,35	4,95	5,73	4,85
e	6,78	6,27	7,26	6,14
f	7,56	6,99	8,09	6,84
g	7,72	7,14	8,27	6,99
h	8,61	7,96	9,21	7,79
i	9,71	8,98	10,40	8,79

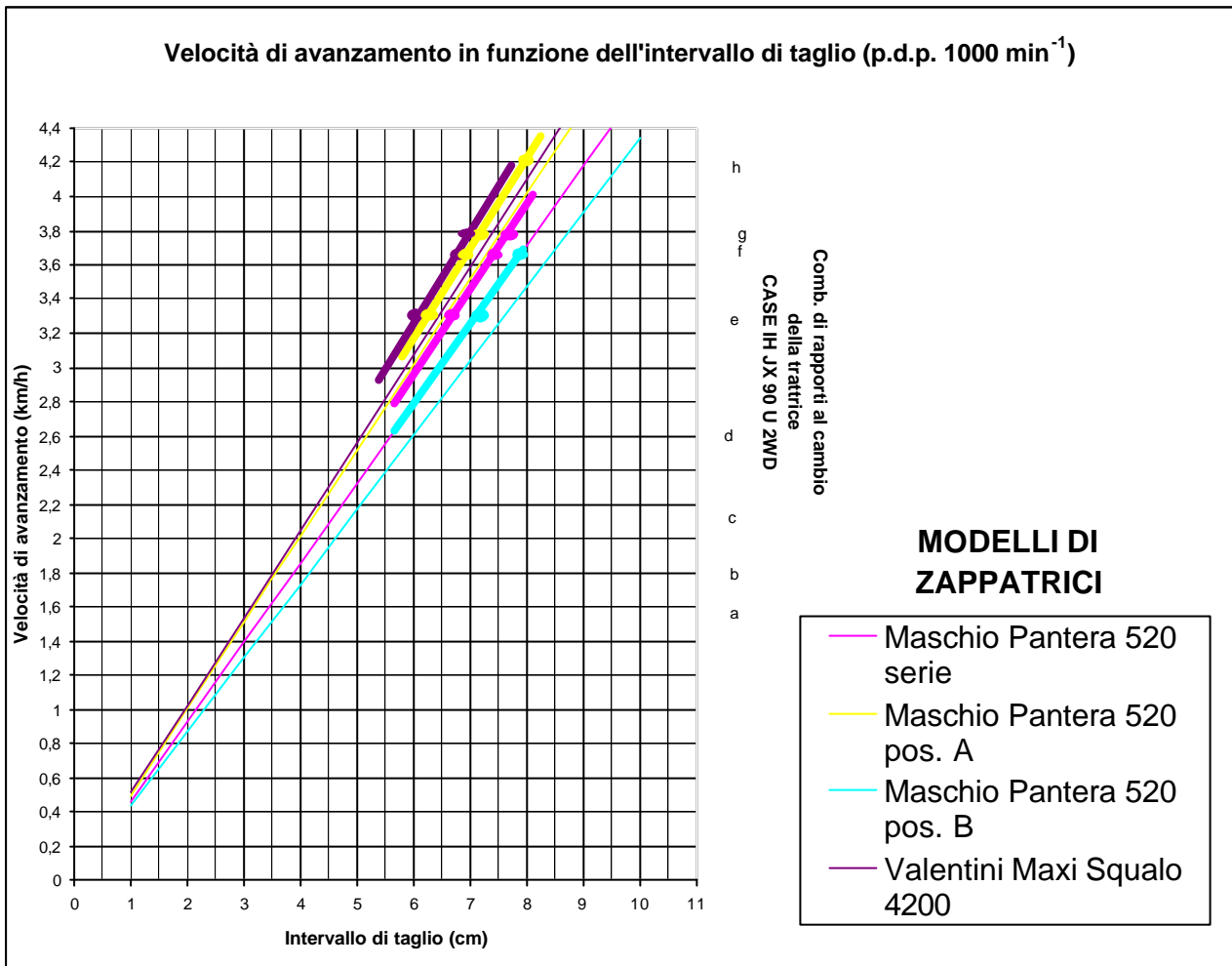


Figura 3 – Grafico della velocità di avanzamento della trattoria in funzione dell'intervallo di taglio per macchine con collegamento alla p.d.p. a 1000 min⁻¹. L'intervallo ottimale è evidenziato dalla zona in grassetto, mentre sono marcate le intersezioni con le velocità corrispondenti alle combinazioni di rapporti al cambio di velocità della trattoria.

Commento

L'ottimizzazione della velocità di avanzamento della trattrice consente intervalli di taglio compresi all'incirca tra 5 a 8 cm per tutte le macchine studiate. Quelle che lavorano con la p.d.p. a 540 min^{-1} permettono, accoppiandole alla trattrice scelta, due soli possibili intervalli di taglio che da modello a modello differiscono di circa 1 o 1,5 cm, quindi *due sole possibili velocità di avanzamento della trattrice comprese tra 2,01 km/h e 3,24 km/h* (corrispondenti alle combinazioni di rapporti al cambio di velocità della trattrice scelta da **c** a **f**). La stessa differenza di prestazione si evince per le macchine che lavorano con la p.d.p. a 1000 min^{-1} . A parità di intervallo di taglio, però, quest'ultime possono procedere più velocemente di quelle con p.d.p. a 540 min^{-1} , inoltre consentono tre diversi tagli, in alcuni modelli anche quattro, in quanto possono abbinarsi ad altrettante possibili combinazioni di rapporti al cambio di velocità della trattrice. In questo caso quindi abbiamo *tre o quattro possibili velocità di avanzamento della trattrice comprese tra 3,15 km/h a 3,99 km/h* (corrispondenti alle combinazioni di rapporti al cambio di velocità della trattrice scelta da **e** a **h**).

Come accennato le operatrici progettate per la lavorare con un regime di rotazione della p.d.p. pari a 1000 min^{-1} consentono, a parità di altre condizioni, velocità di avanzamento superiori a quelle azionate a 540 min^{-1} . Ciò può essere rilevante nella gestione di ampie superfici poiché la scelta di una operatrice azionata a 1000 min^{-1} può contribuire alla riduzione dei tempi di lavorazione.

VANGATRICE

Valutazioni sulla velocità di avanzamento della trattrice

Analoghe considerazioni possono ripetersi per le vangatrici, con le opportune differenze dovute al diverso modo di lavorare.

La vangatrice è una macchina il cui movimento è dovuto ad un quadrilatero articolato piano dove il ponte, orizzontale, coincide col telaio di accoppiamento all'attacco a tre punti, mentre ogni vanga si trova all'estremità della biella che viene mossa tramite p.d.p.. Due sono le soluzioni normalmente adottate per il quadrilatero alle quali corrispondono due diverse traiettorie di lavorazione della vanga (fig. 4).

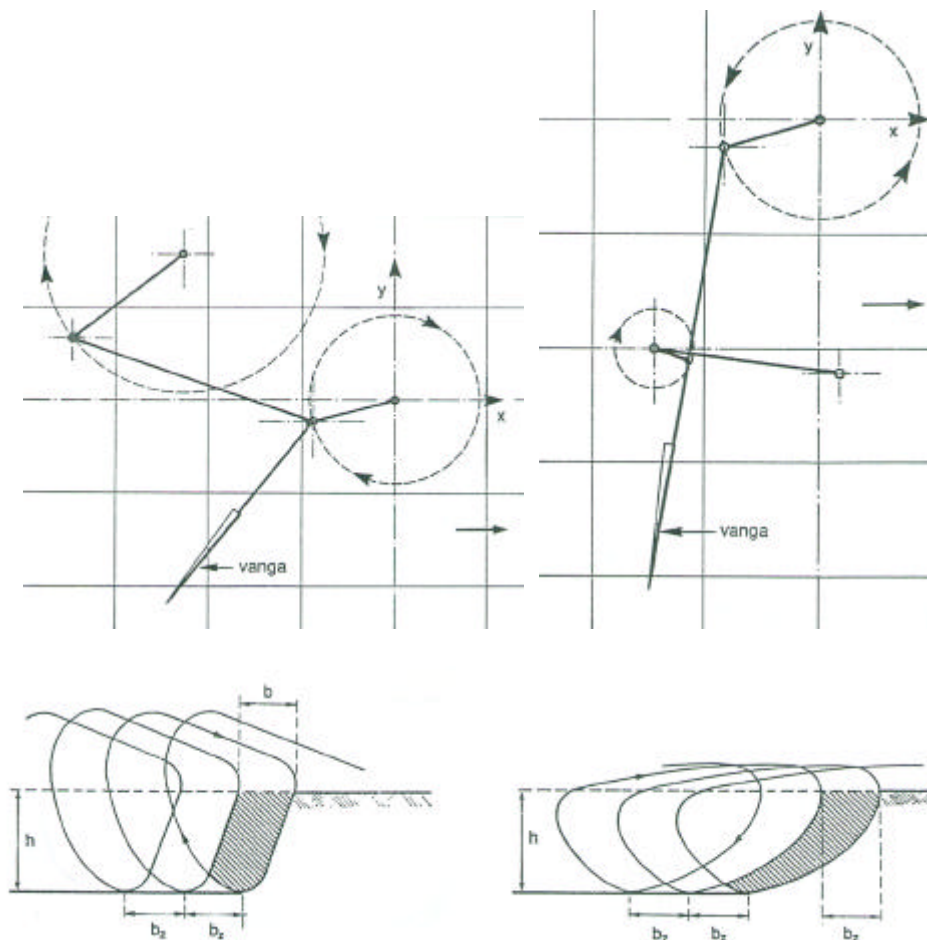


Figura 4 – In alto due delle soluzioni possibili per cinematici di comando di una vangatrice (la freccia indica il senso di avanzamento della trattrice). In basso le traiettorie di lavoro relative ai rispettivi cinematici. (Pellizzi)

La velocità di avanzamento v (m/s) è calcolata in funzione del regime di rotazione del rotore n (min^{-1}) e dell'intervallo di taglio b_z (m) ossia la dimensione iniziale della zolla di terra tagliata. Si può scrivere l'eguaglianza:

$$v = \frac{b_z}{t} = b_z \cdot \frac{\omega}{2\pi} = b_z \cdot \frac{n}{60}$$

dove t (s) è il tempo impiegato dal rotore per compiere un giro.

In questo caso ad ogni rotazione corrisponde il taglio di una zolla di terreno da parte di ognuno degli organi di taglio.

A parità di numero di giri, per ottenere un intervallo di taglio più grande, bisognerà procedere più velocemente.

La relazione precedente permette di calcolare, una volta noto il numero di giri, la velocità di avanzamento necessaria per ottenere una dimensione della zolla desiderata.

Ottimizzazione

Il dimensionamento del quadrilatero articolato è tale che il rapporto tra la velocità periferica media della vanga v_v in fase di lavoro e la velocità media di avanzamento della trattrice v risulta:

$$3 \leq \frac{v_v}{v} \leq 5.$$

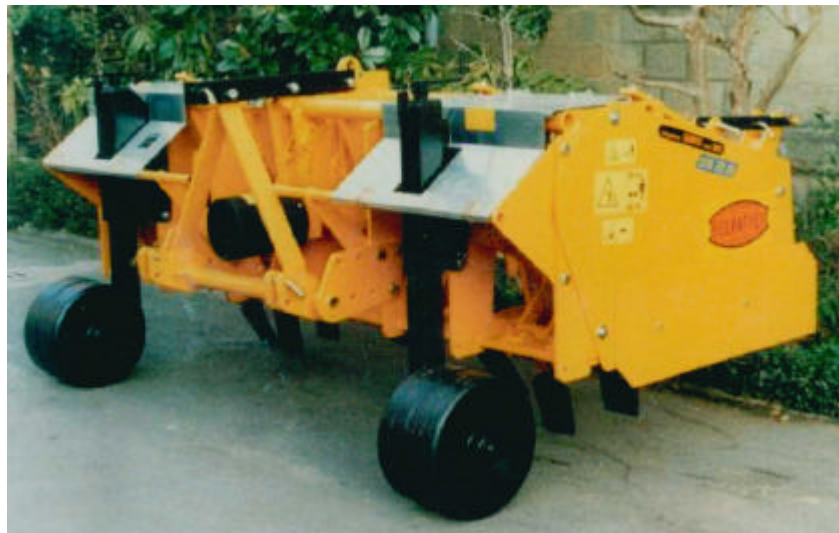
Per motivi di equilibrio dinamico, secondo il prof. Pellizzi, la velocità di rotazione dell'albero di comando della vangatrice risulta $n = 150 \text{ min}^{-1}$: la macchina non è in grado quindi di avanzare a velocità superiore a 2,2 km/h. In tali condizioni, il passo della traiettoria (coincidente con intervallo di taglio) risulta dell'ordine di 16 - 20 cm.

Applicazione

In questo caso per una valutazione della qualità di lavorazione della macchina si procede come per le zappatrici. È stata scelta una vangatrice i cui dati necessari per i calcoli sono stati ricavati dal certificato ENAMA n° 03 – 036 novembre 2001. Noto, quindi, n è stata tracciata (fig. 5) la relazione lineare tra velocità di avanzamento e intervallo di taglio nei tre diversi rapporti di trasmissione consentiti da tale macchina (I, II, III). È stato poi evidenziato in giallo sul grafico l'intervallo di ottimizzazione e marcate le intersezioni con le velocità corrispondenti alle combinazioni dei rapporti al cambio di velocità della trattrice Case IH JX 90 U 2WD (i dati della trattrice sono stati presi dal rapporto OCSE No. 2764/20032 Codice 1).

Anche in questo caso il regime di rotazione del motore è stato ipotizzato costante e pari a 2381 min^{-1} , in modo da ottenere una rotazione della p.d.p. costantemente pari a 1000 min^{-1} .

Vangatrice



Vangatrice Selvatici 3012G certificato ENAMA n° 03 – 036 novembre 2001

Di seguito sono riportate le tabelle di calcolo utilizzate per ottenere il grafico di figura 5:

- dati vangatrice Selvatici 3012G:

Rapporti di trasmissione della vangatrice	I	II	III
Velocità periferica di rotazione delle vanga (min^{-1}) con p.d.p. 1000 min^{-1}	137	157	184

- dati trattrice Case IH JX 90 U 2WD:

Combinazioni di rapporti al cambio di velocità della trattrice	Marcia		Velocità (km/h) a 2500 min^{-1}	Velocità (km/h) con p.d.p. a 1000 min^{-1}
	a	1	<i>Slow LO</i>	1,57
b	1	<i>Slow HI</i>	1,79	1,71
c	2	<i>Slow LO</i>	2,29	2,18
d	2	<i>Slow HI</i>	2,61	2,48
e	3	<i>Slow LO</i>	3,30	3,15
f	1	<i>Medium LO</i>	3,68	3,51
g	3	<i>Slow HI</i>	3,76	3,58
h	1	<i>Medium HI</i>	4,19	3,99
i	4	<i>Slow LO</i>	4,73	4,51

- calcolo della velocità di avanzamento in funzione dell'intervallo di taglio secondo la precedente relazione nei tre diversi rapporti di trasmissione della vangatrice:

Intervallo di taglio (cm)	Velocità di avanzamento della trattrice (km/h) ai diversi rapporti di trasmissione		
	I	II	III
10	0,82	0,94	1,10
11	0,90	1,03	1,21
12	0,98	1,13	1,32
13	1,06	1,22	1,43
14	1,15	1,31	1,54
15	1,23	1,41	1,65
16	1,31	1,50	1,76
17	1,39	1,60	1,87
18	1,47	1,69	1,98
19	1,56	1,78	2,09
20	1,64	1,88	2,20
21	1,72	1,97	2,31
22	1,80	2,07	2,42
23	1,89	2,16	2,53
24	1,97	2,26	2,64
25	2,05	2,35	2,76
26	2,13	2,44	2,87

- calcolo dei valori dell'intervallo di taglio ottenibili con le rispettive combinazioni di rapporti al cambio di velocità della trattrice scelta. Sono evidenziati i valori contenuti nell'intervallo di ottimizzazione della velocità di avanzamento (marcati nel grafico in figura 5):

Combinazioni di rapporti al cambio di velocità della trattrice	Intervallo di taglio (cm) ai diversi rapporti di trasmissione		
	I	II	III
a	18,29	15,96	13,62
b	20,83	18,17	15,51
c	26,59	23,20	19,79
d	30,27	26,41	22,54
e	38,32	33,44	28,53

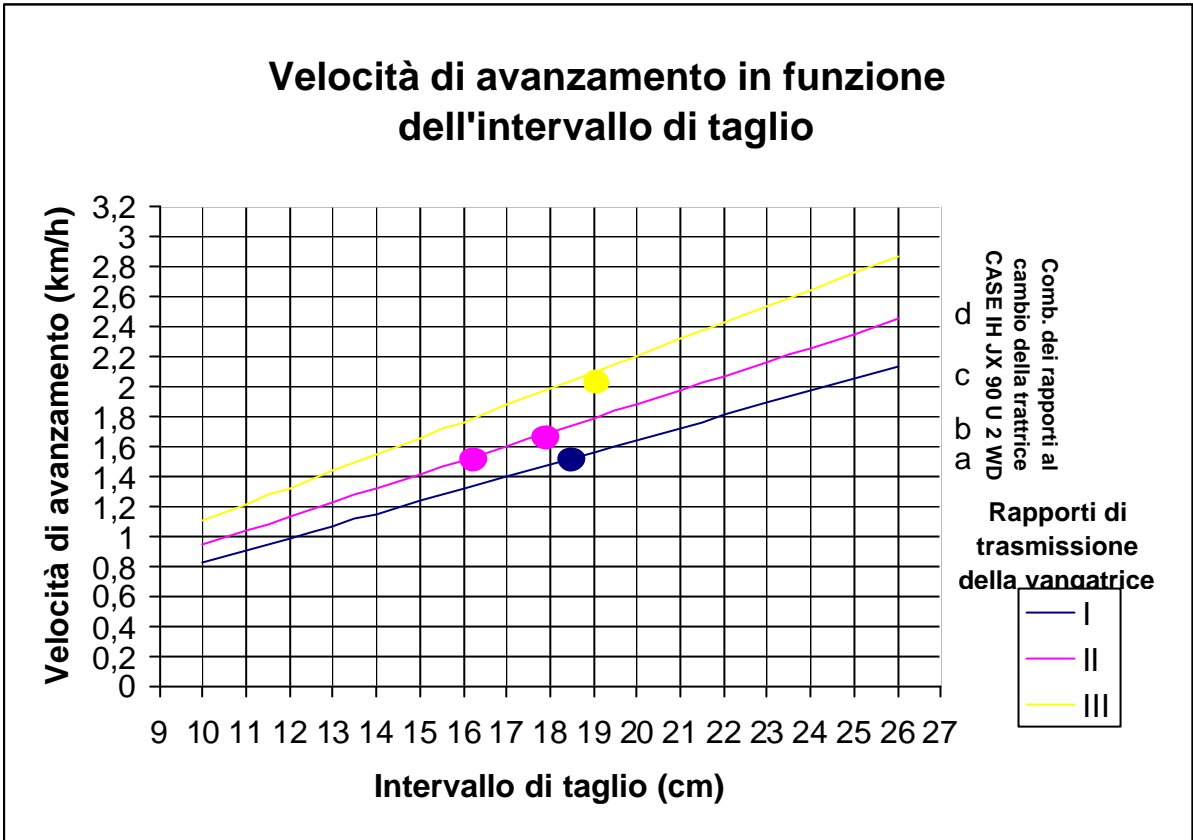


Figura 5 – Grafico della velocità di avanzamento della trattore in funzione dell'intervallo di taglio per la vangatrice Selvatici 3012G nei suoi tre diversi rapporti di trasmissione. L'intervallo ottimale è evidenziato dalla zona in giallo, mentre sono marcate le intersezioni con le velocità corrispondenti alle combinazioni di rapporti al cambio di velocità della trattore.

Commento

Per quanto riguarda la vangatrice Selvatici 3012G si può notare dal grafico che utilizzando il rapporto I di regolazione della vangatrice, per rientrare nell'intervallo di velocità di avanzamento della trattrice ottimizzale, è necessario utilizzare unicamente la combinazione di marcia **a**, realizzabile dal cambio di velocità della trattrice, consentendo così un intervallo di taglio pari a circa 18,5 cm ad una velocità di 1,50 km/h. Con il rapporto II esistono invece due possibili velocità di avanzamento ottimali (combinazioni di rapporti al cambio di velocità della trattrice **a** e **b**) che consentono rispettivamente intervalli di taglio di 16 e 18 cm circa e velocità di 1,50 km/h e 1,71 km/h. Con il rapporto III si può utilizzare solo la combinazione **c** con intervallo di taglio pari a 19 cm circa e velocità di avanzamento di 2,18 km/h.

Anche in questo caso quindi è evidente come l'ottimizzazione restringe il campo di applicazione di tale macchina ad una o al massimo due sole possibili intervalli di taglio e quindi ad *una o al massimo due sole velocità di avanzamento della trattrice corrispondenti ad altrettante combinazioni di rapporti al cambio di velocità della trattrice scelta*.

Inoltre rispetto alle zappatrici si lavora a velocità più basse, consentite solo da trattrici provviste di riduttore.

Conclusioni

La velocità d'avanzamento della trattrice è un parametro molto importante nell'utilizzo delle macchine con organi azionati dalla p.d.p., soprattutto se si vogliono preservare le caratteristiche strutturali del terreno.

Ogni macchina studiata lavora in condizioni ottimali solo in un campo ristretto della velocità di avanzamento differente da modello a modello.

Ad esempio, per quanto riguarda le zappatrici che lavorano con p.d.p. a 540 min^{-1} , procedere ad una velocità di 2,01 km/h (combinazione **c** di trasmissione della trattrice scelta) può andare bene con la Rotomec T 30, la Kuhn EL 92 che gira a 194 min^{-1} e la Kuhn EL 62 ma non con la Kuhn EL 82 o EL 92 che gira a 230 min^{-1} . Non è consigliato, invece, procedere a 3,99 Km/h (combinazione di rapporti al cambio di velocità **h** della trattrice scelta) con le macchine che lavorano con p.d.p. a 1000 min^{-1} , tranne che per il modello Maschio Pantera 520 con regolatore nella posizione A.

Le zappatrici, nel campo di ottimizzazione della velocità di avanzamento consentono, infatti, solo determinati intervalli di taglio che corrispondono a determinate velocità di avanzamento, ottenibili, inoltre, solo con pochi rapporti di trasmissione della trattrice abbinata.

La vangatrice, invece, risulta, nel ristretto campo di ottimizzazione, più versatile qualora sia provvista di diversi rapporti di riduzione del numero di giri del rotore consentendo così diverse velocità di lavorazione. Di contro, però, lavora a velocità più basse delle zappatrici consentite solo da trattrici provviste di riduttore di rapporti di marcia altrimenti esiste il rischio di uscire dall'intervallo di ottimizzazione della velocità di avanzamento.

Applicare, inoltre, la formula per l'ottimizzazione non è così immediato come sembrerebbe. Dati come z , n sono ricavabili dal libretto di istruzioni della zappatrice, mentre non è sempre indicato il raggio del rotore comprensivo di utensili. Comunque pur riuscendo a valutare la velocità ottimale di avanzamento della trattrice, risulta poi difficile controllarla con continuità in fase di lavorazione. Non è, infatti, facile tenere sotto controllo l'andamento della trattrice per un intero ciclo di lavorazione che può prevedere diverse condizioni del terreno e durare un'intera giornata. Solo le trattrici gommate più recenti sono equipaggiate con tachimetro digitale sufficientemente preciso, mentre le tabelle che si trovano sul libretto di istruzioni della trattrice (indicanti la velocità per ogni marcia della trattrice) riportano i valori per il numero di giri nominale del motore e quindi questi vanno rapportati al numero di giri che il motore ha quando la p.d.p. gira a 540 o 1000 min^{-1} (secondo le richieste della macchina operatrice).

L'impostazione di una combinazione del rapporto al cambio della trattrice per mantenere costante la velocità di avanzamento serve per garantire una continuità dei parametri che influenzano la qualità

della lavorazione, cosa che, altrimenti, risulterebbe difficile in quanto non sono diffuse macchine dotate di un sistema di autoregolazione della rotazione degli utensili in funzione della velocità di avanzamento della trattrice.

Il presente studio ha evidenziato sia la difficoltà effettiva di utilizzare in maniera ottimale queste macchine per la complessità dei parametri da tenere sotto controllo, sia i limiti di ogni modello per quanto riguarda qualità del lavoro e velocità di avanzamento nonché abbinamento alla trattrice.

L'esito positivo di una lavorazione con tali macchine è quindi legato all'esperienza dell'agricoltore in quanto a volte le indicazioni sul corretto utilizzo delle macchine operatrici, fornite dai costruttori, sono carenti o del tutto assenti.

Bibliografia

Testi:

PELLIZZI *Meccanica e meccanizzazione agricola* Edagricole 1987

Riviste:

LUIGI SARTORI; FRANCESCO ZERBINATI *Nuova vita alle attrezzature per la lavorazione del terreno azionate dalla p.d.p.* L'informatore agrario 24 - 2004

UMBERTO FRONDONI *Ritorna forte l'azione meccanica sulle infestanti* Terra e Vita 20 - 2004

FABIO PEZZI *Regolazione e prestazioni di un coltivatore rotativo* Ingegneria Agraria 1 - 2004

Certificati ENAMA:

Certificato n° 03 – 029a	Zappatrice rotativa Rotomec T30 125 BT	novembre 2000
Certificato n° 03 – 031a	Zappatrice rotativa Valentini Maxi Squalo 4200	novembre 2000
Certificato n° 03 – 036	Vangatrice Selvatici 3012G	novembre 2001
Certificato n° 03 – 037a	Zappatrice rotativa Maschio Pantera 520	novembre 2002

Rapporto OCSE:

Codice I Rapporto No. 2764/2003