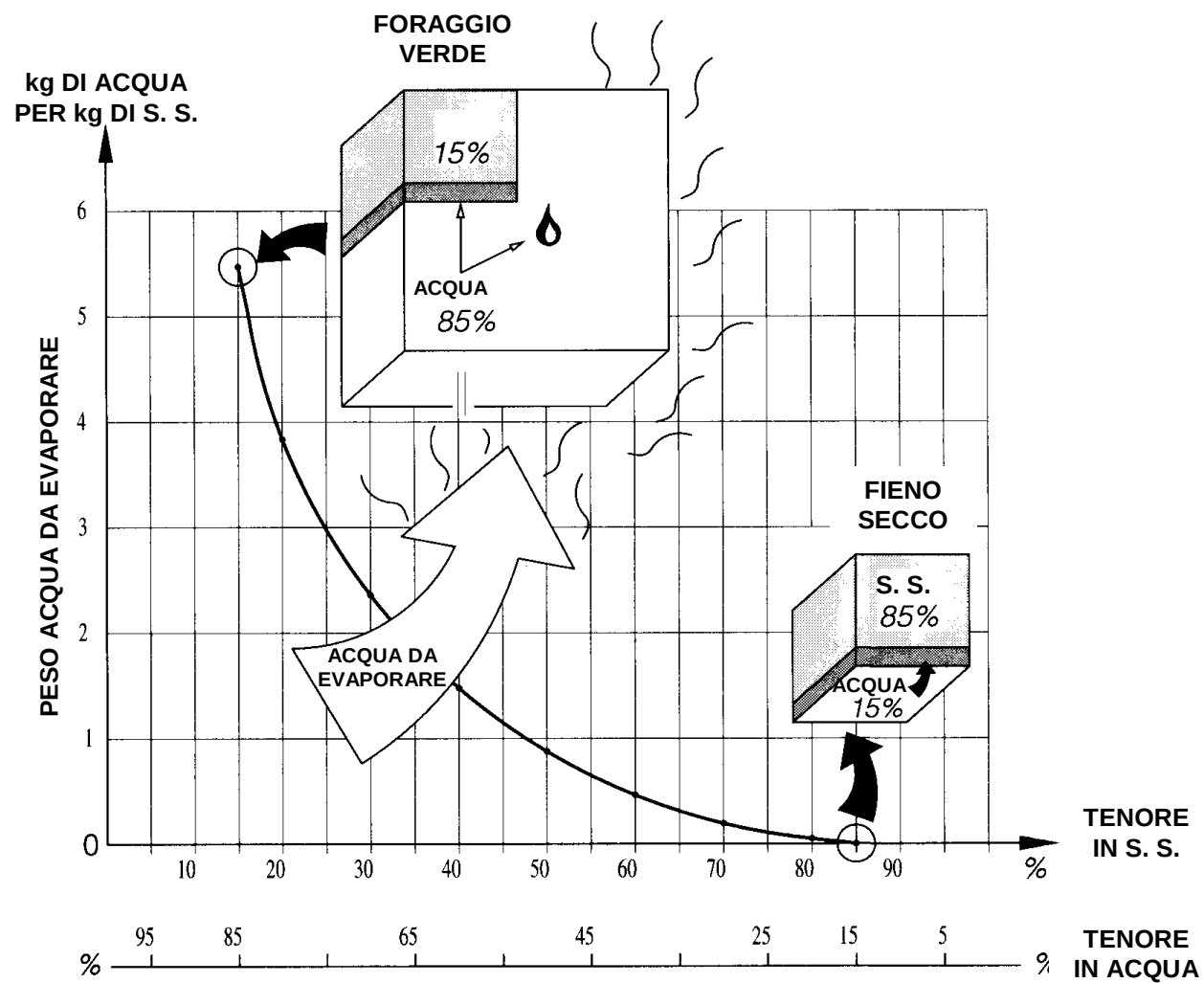


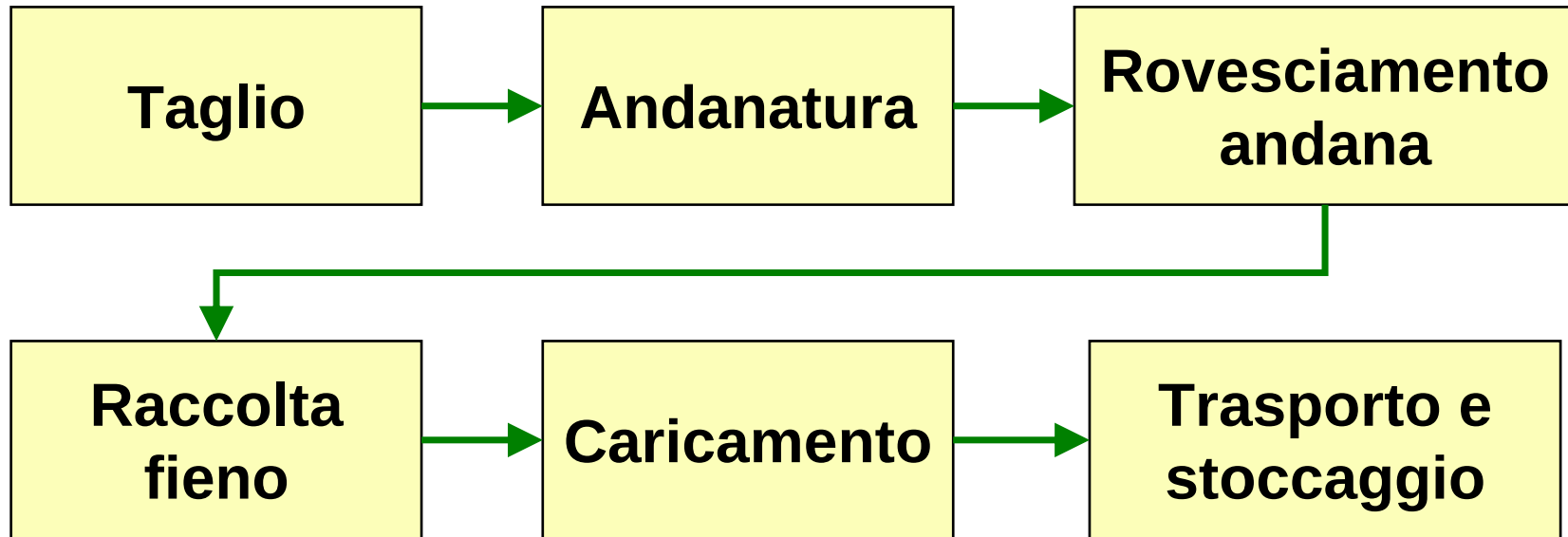
Conservazione dei foraggi

- **Tecniche di trasformazione per interrompere nel più breve tempo possibile tutti i processi dovuti a enzimi, batteri, lieviti e muffe che potrebbero deteriorare il foraggio, favorendo, nel contempo, quelli utili alla conservazione del prodotto e delle sue qualità.**
- **Via secca**
 - **Fienagione: essiccamento del foraggio fino ad una umidità del 16% circa, grazie all'azione della radiazione solare**
- **Via umida**
 - **Insilamento: conservazione del foraggio tramite un processo di acidificazione, ottenuta per via fermentativa**

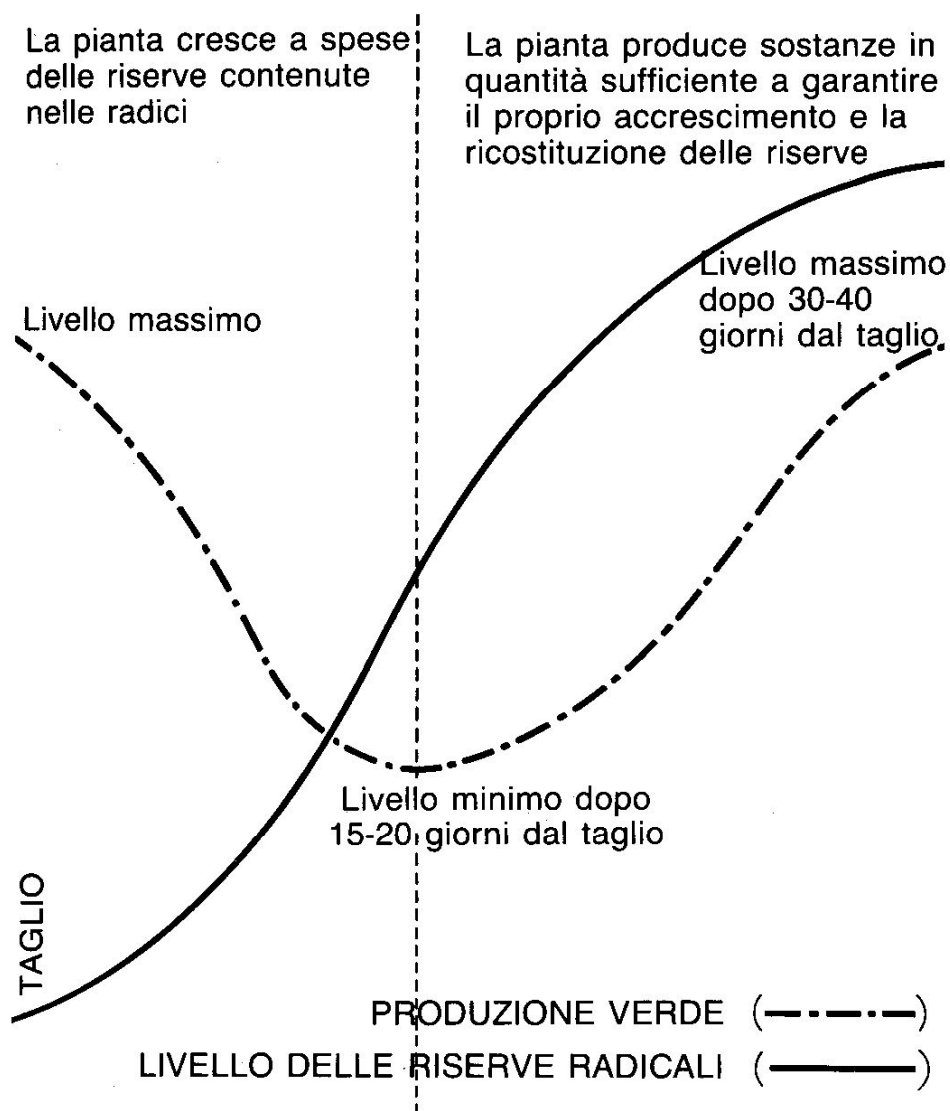
Fienagione



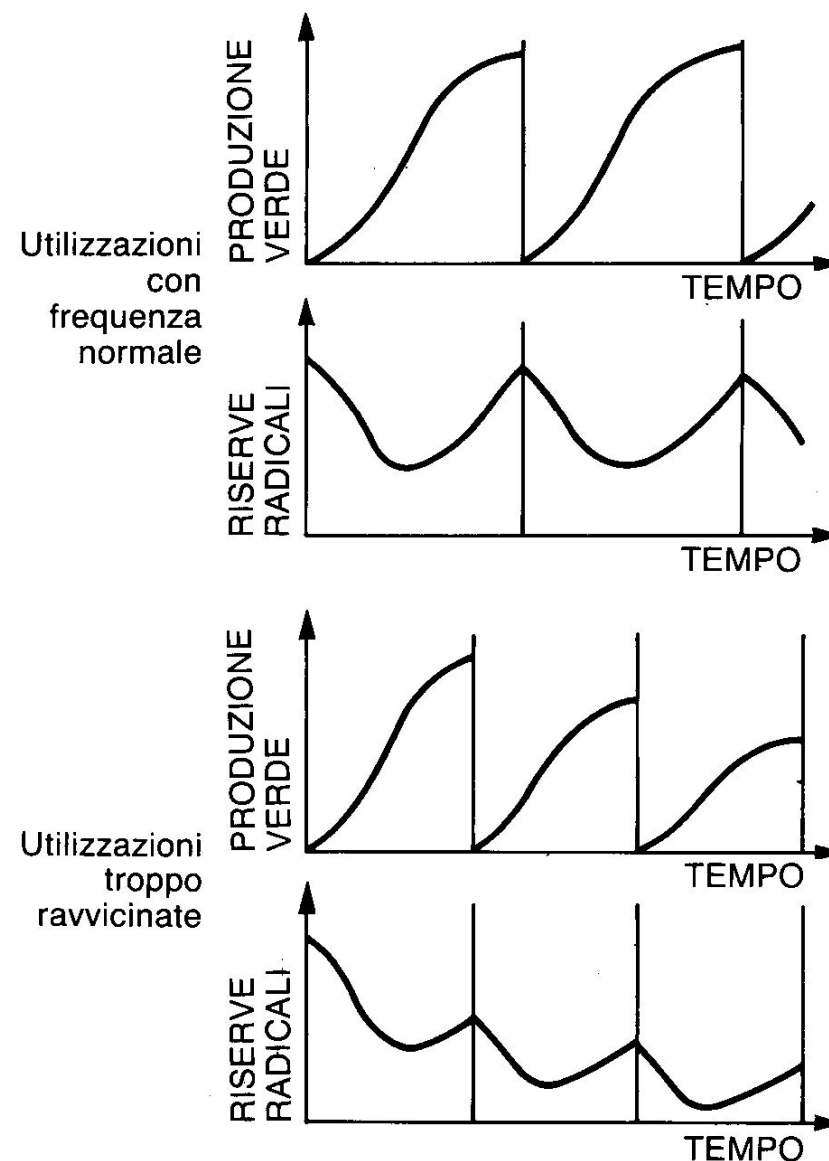
Fasi della fienagione



Scelta dell'epoca di raccolta

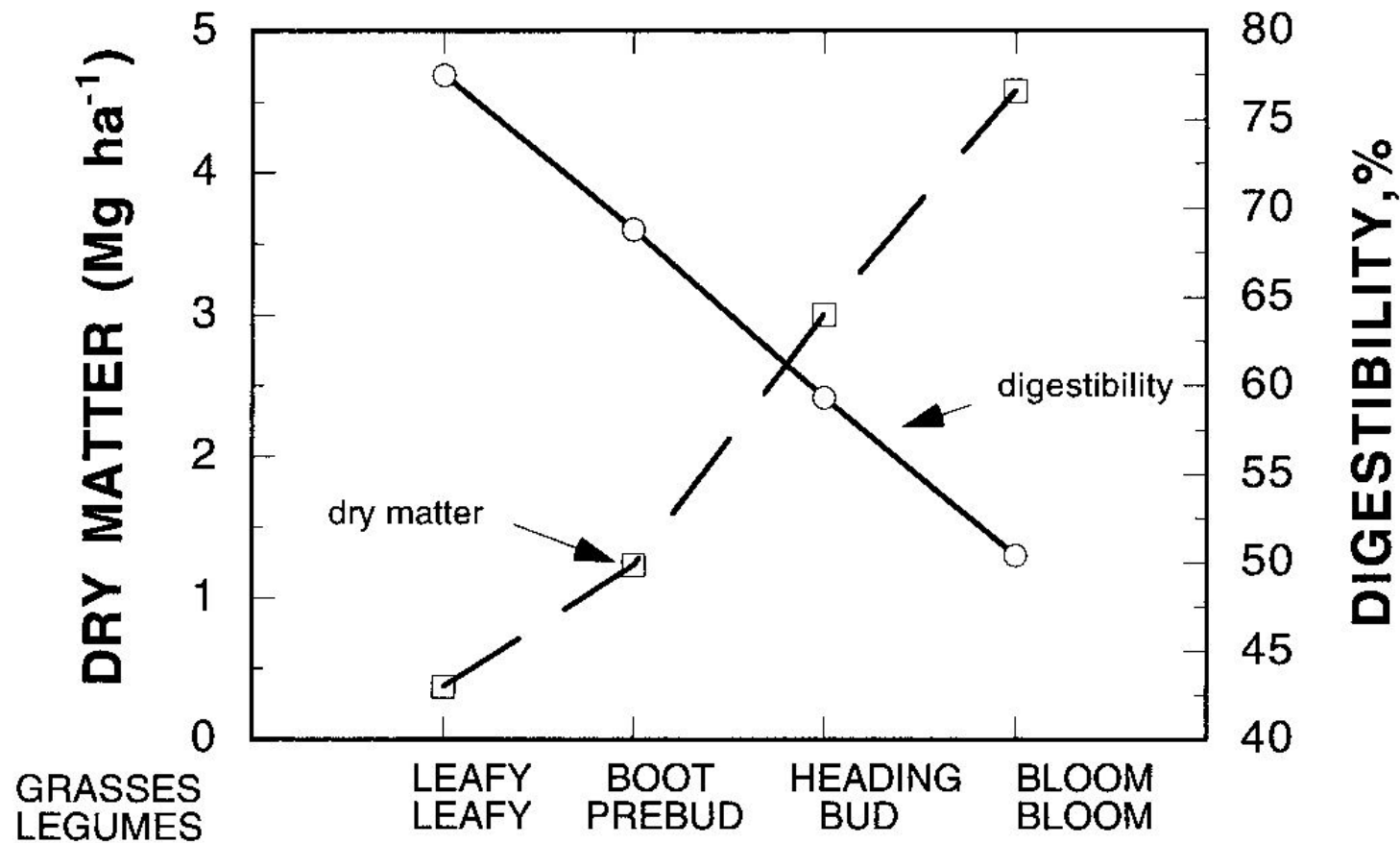


5-Andamento delle riserve radicali in relazione allo sviluppo della parte aerea



6-Andamento delle riserve radicali in funzione della frequenza di utilizzazione

Scelta dell'epoca di raccolta



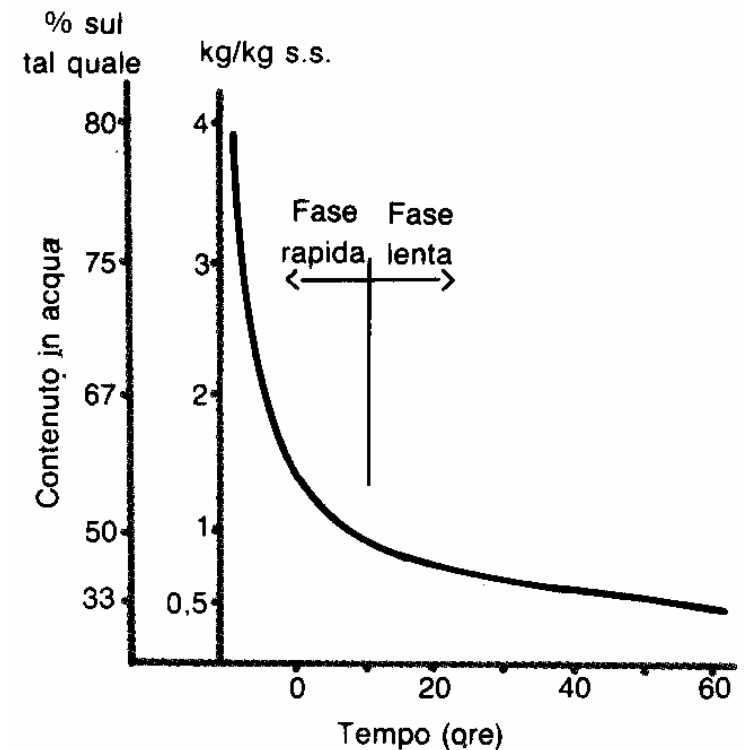
Possibili motivi per un ritardo della raccolta

- **Incremento della sostanza secca nelle piante (meno acqua da perdere)**
- **stagione più favorevole**
- **Steli più rigidi = maggior sofficità dell'andana (miglior circolazione aria)**
- **Steli più rigidi = minori perdite di fienagione**

Modificazioni del foraggio

- **Essiccazione**

- dal 15% di s.s. al 15% di Umidità
- 5 t di s.s. per ettaro corrispondono a circa 25 t di umidità per ettaro
- richiede circa 3-4 giorni
- Andamento bifasico
- Resistenze dovute alla pianta (pareti cellulari, epidermide e cuticola)
- Resistenze dovute allo strato di essiccazione (andana)



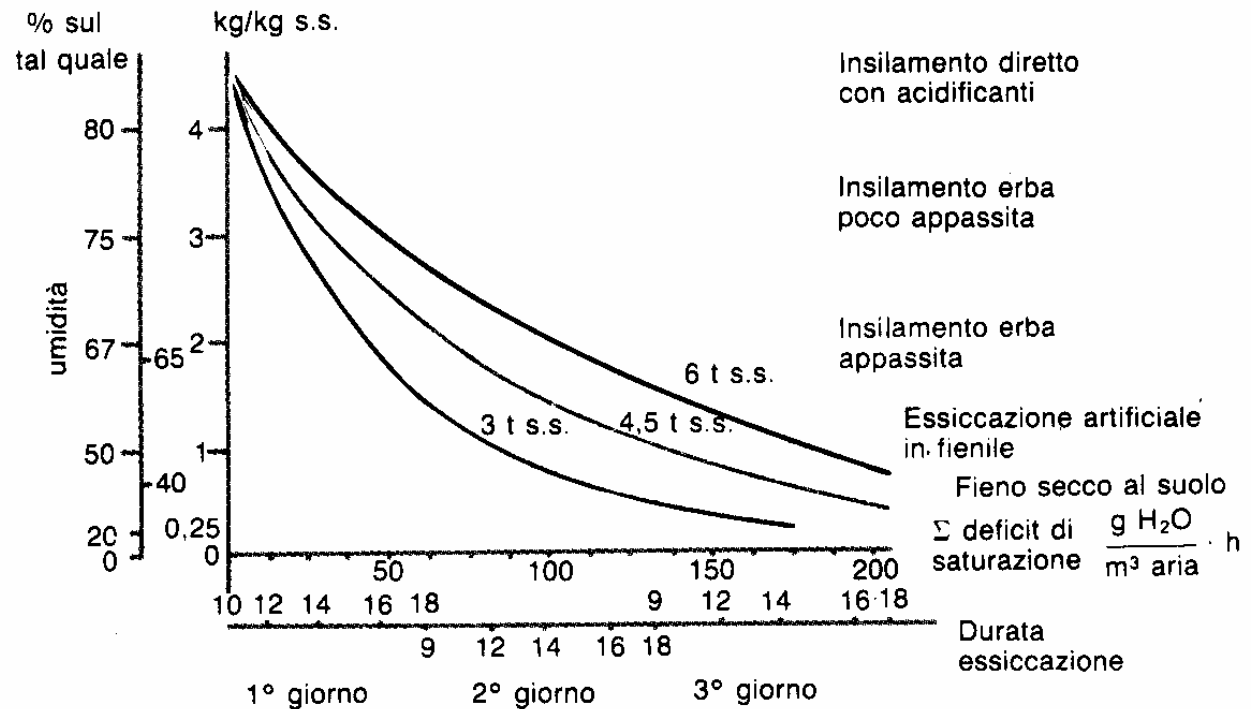
Fattori che influenzano l'essiccazione

- **Tempo atmosferico**

- temperatura
- umidità relativa dell'aria
- vento

- **Specie vegetale**

- morfologia
- produzione biomassa
- umidità biomassa



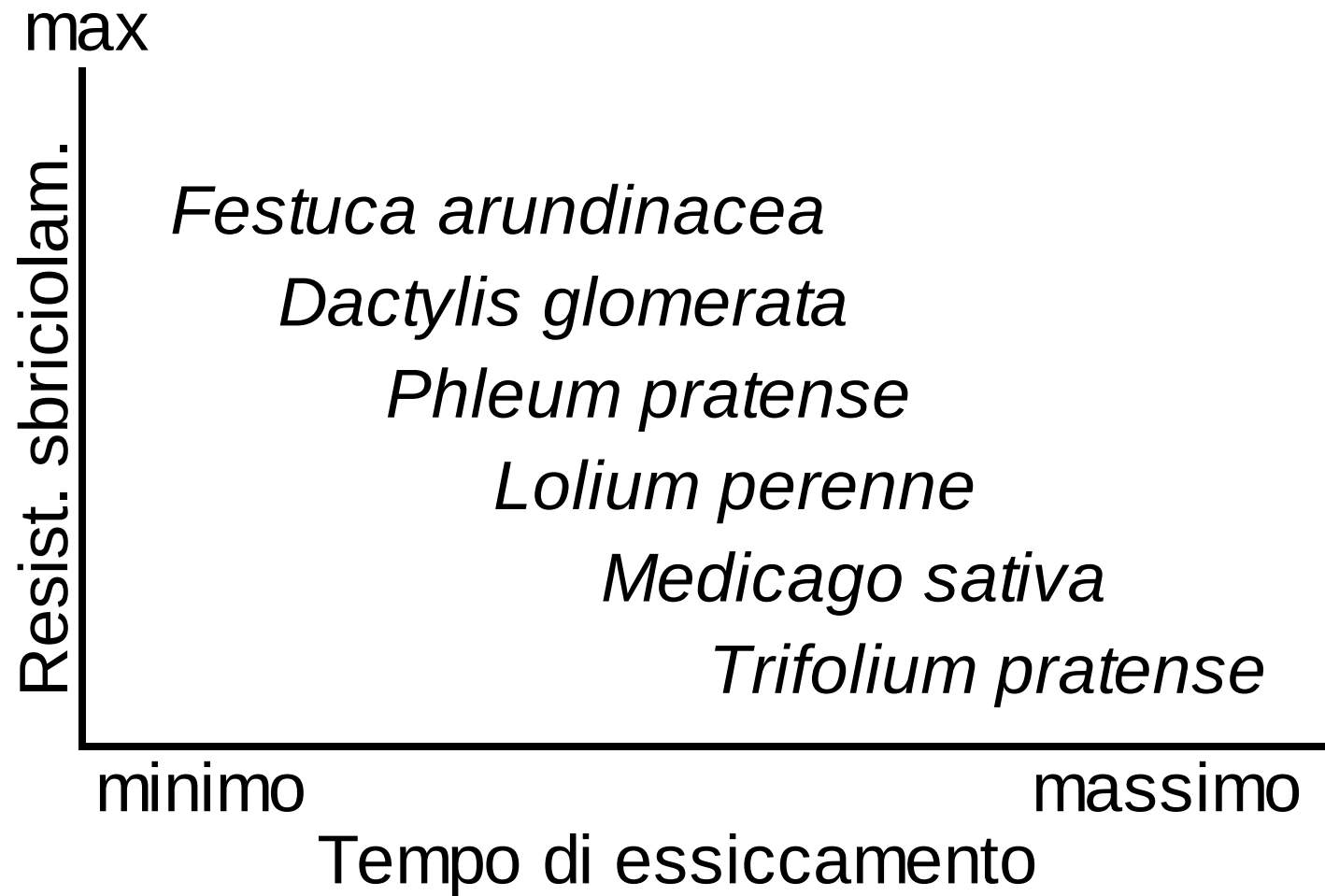
Modificazioni del foraggio

- **Processi enzimatici**
 - Respirazione (si perdono zuccheri)
- **Processi microbici**
 - Proteolisi e degradazione zuccheri
 - Variazioni nel contenuto vitaminico
 - Riscaldamento della massa (anche in balla), con umidità maggiori al 20%
 - » Reazione di Maillard (imbrunimento del fieno):
zuccheri + aminoacidi → composti indigeribili
- **Perdite per lisciviazione**
 - Pioggia e umidità nel foraggio
- **Perdite meccaniche (“sbriciolamento”)**
 - 5-15 % nelle graminacee
 - fino al 35% nelle leguminose

Effetto della pioggia

- Aumento perdite per respirazione (foraggio rimane “vivo” più a lungo);
- lisciviazione sostanza secca solubile;
- riduzione della digeribilità;
- sviluppo di batteri e muffe che metabolizzano sostanza secca formando prodotti indesiderati

Effetto della specie



Perdite di valore nutritivo

- **Dipendente da:**

- specie (morfologia)
- clima (pioggia)
- stadio delle piante alla raccolta
- trattamenti meccanici

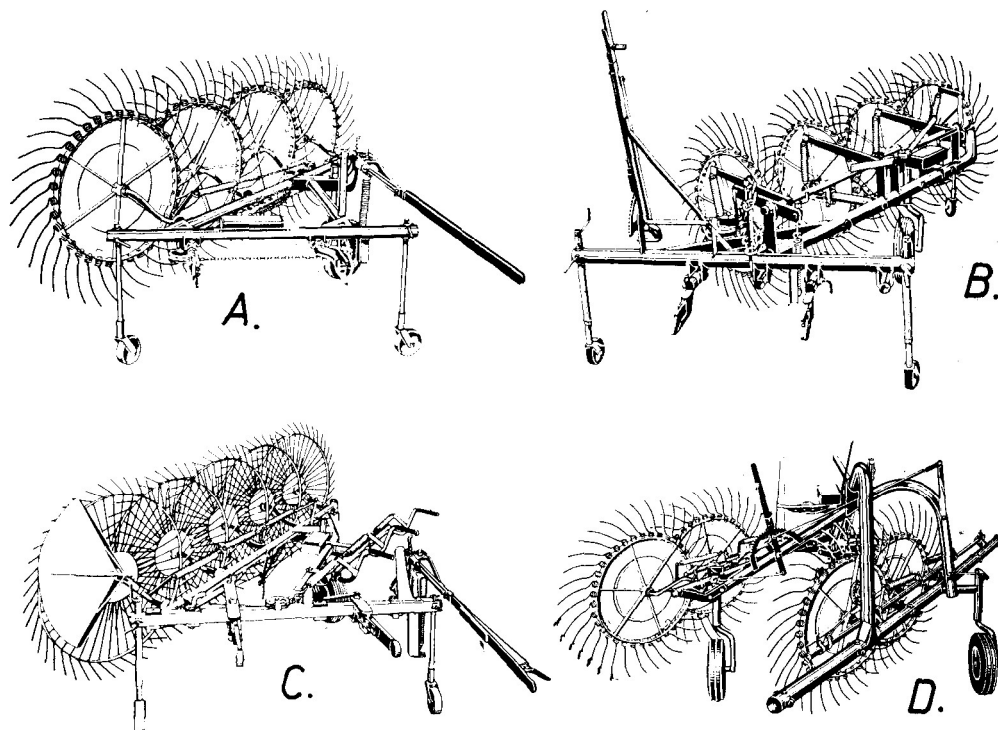
- **Entità:**

- 25-35% nel caso della fienagione tradizionale

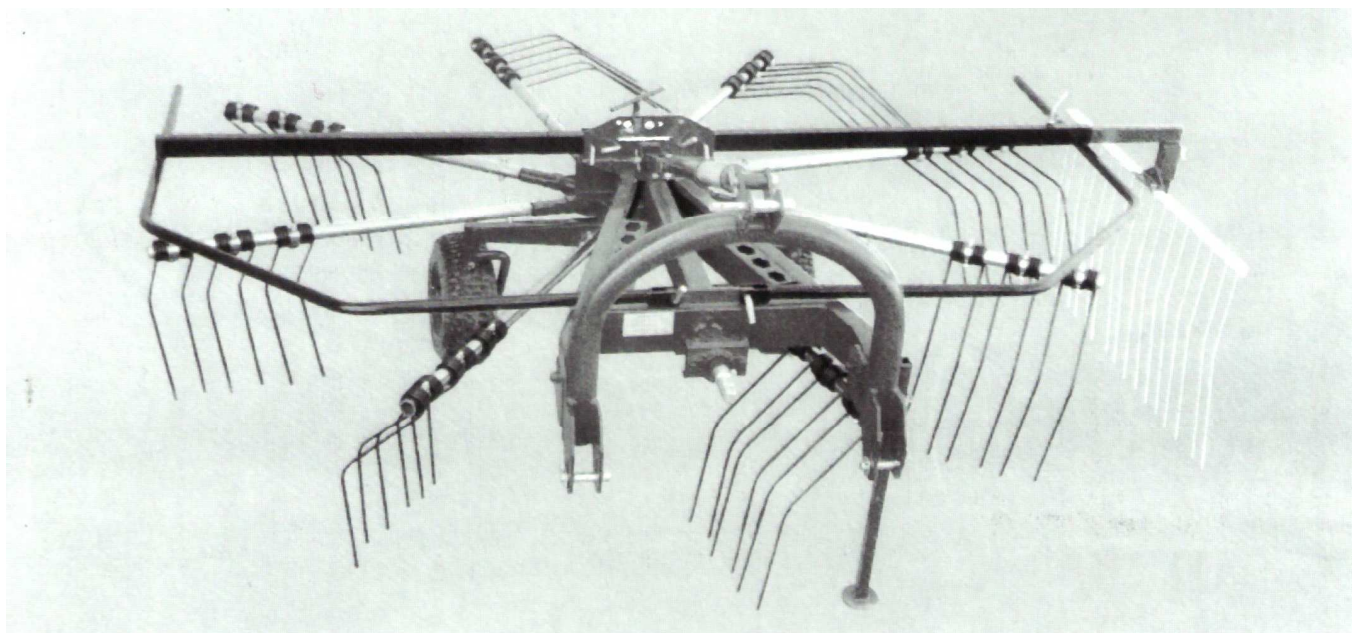


Gestione andane

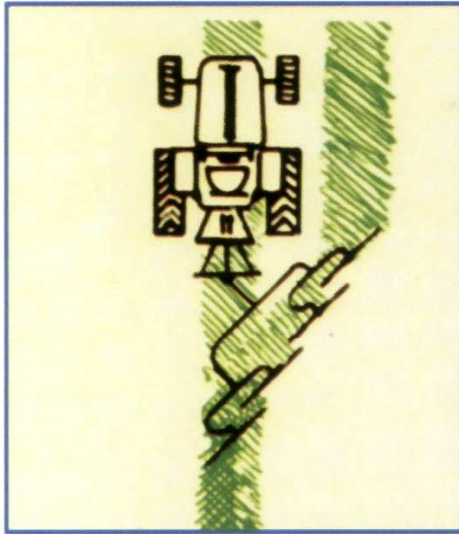
- apertura dell'andana subito dopo il taglio (aumento della superficie esposta),
- rivoltamento dello strato quando il contenuto di acqua è sceso al 50-60%,
- restringimento in andana del foraggio quasi secco per diminuire il riassorbimento notturno e asciugare il terreno scoperto su cui rivoltare l'andana.



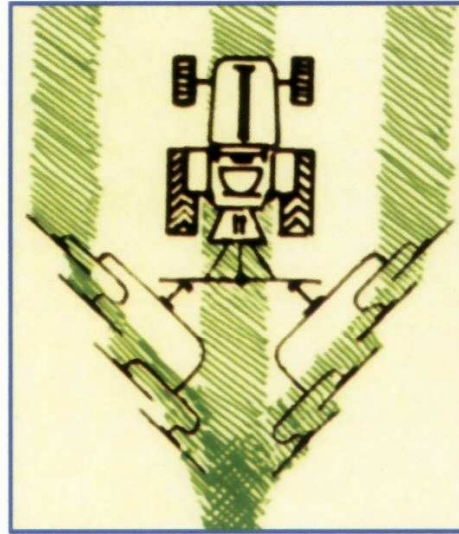
Ranghinatori



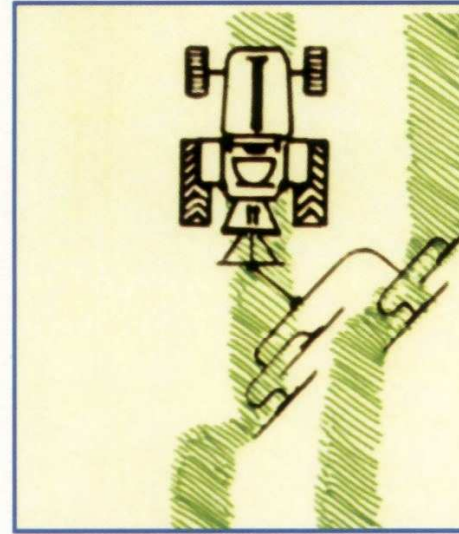
Ranghinatura



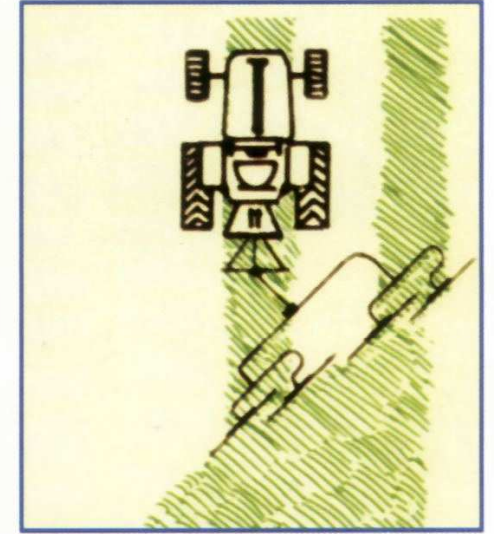
ranghina
raking
râtelier



ranghina
raking
râtelier



volta
turning
tourner



spande
spreading
epandage

Fienagione

- **E'adatta per materiali poco umidi o che perdono acqua con facilità, in zone e momenti dell'anno poco piovosi**
- **Molto adatti**
 - prati monofiti (leguminose e graminacee) e polifiti
 - loiessa
 - trifogli da erbaio
- **Adatti, ma con difficoltà**
 - Erbaio oligofita avena+veccia
 - sorgo sudanense
- **Inadatti**
 - mais, sorgo comune, orzo, segale, pisello, favino, lupino, cioè tutti gli erbai, salvo quelli citati più sopra

Condizionamento

- **Definizione**

- degradazione meccanicamente degli steli (piegatura, sfregamento, laminazione, spazzolatura) per favorire la perdita di acqua (aumenti fino al 30%) e far avvicinare il loro essiccamento a quello delle foglie

- **Effetto**

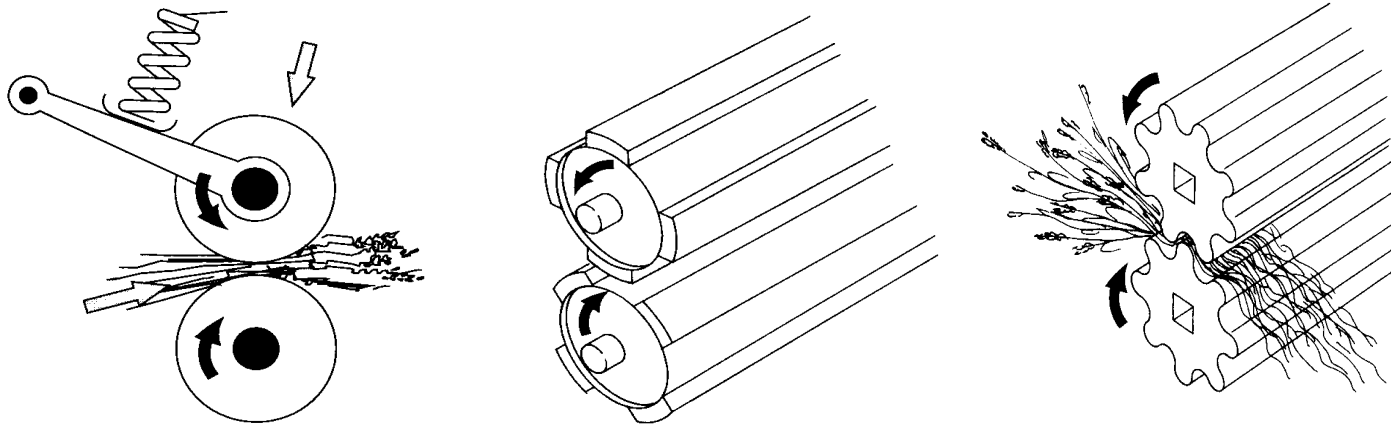
- La durata dell'essiccamento si riduce di circa 36 h e si guadagnano 10-15 punti percentuali di sostanza secca, ma in caso di pioggia si hanno maggiori perdite per lisciviazione rispetto all'erba solo falciata.
- Consigliato per Graminacee e leguminose con stelo grosso (es.: sorgo da foraggio, favino) e per le leguminose quando si deve ottenere erba appassita da conservare in silo o in fienile ventilato

Convenienza del condizionamento

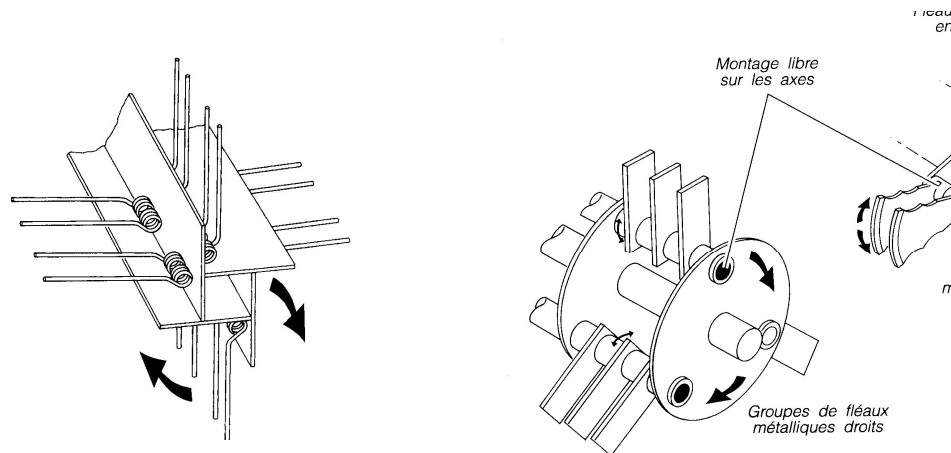
- **La presenza del condizionatore determina:**
 - Incremento costi della macchina falciatrice
 - Incremento consumo energetico e costo di esercizio
 - Incremento del peso della macchina
- **Convenienza**
 - Se la fienagione è completa, la lunghezza di questa fase la mantiene sotto l'alea dell'andamento climatico ed incrementa i danni dovuti alla pioggia
 - Se si opera la fienagione in due tempi o il pre-appassimento, i tempi richiesti con il condizionamento sono dimezzati
 - Il condizionamento esprime la sua piena validità nel pre-appassimento dei foraggi, per essere l'insilamento o l'essiccazione in fienile ventilato

Condizionamento meccanico

- Per schiacciamento (condizionatrici a rulli)



- Per abrasione (condizionatrici a flagelli)



CONDIZIONAMENTO MECCANICO

- **SCHIACCIAMENTO (A RULLI)**

- È il tipo più praticato (abbinati alla falciatrice a dischi, per una più uniforme alimentazione del condizionatore)
- Indicato per erba medica, trifoglio e leguminose in genere

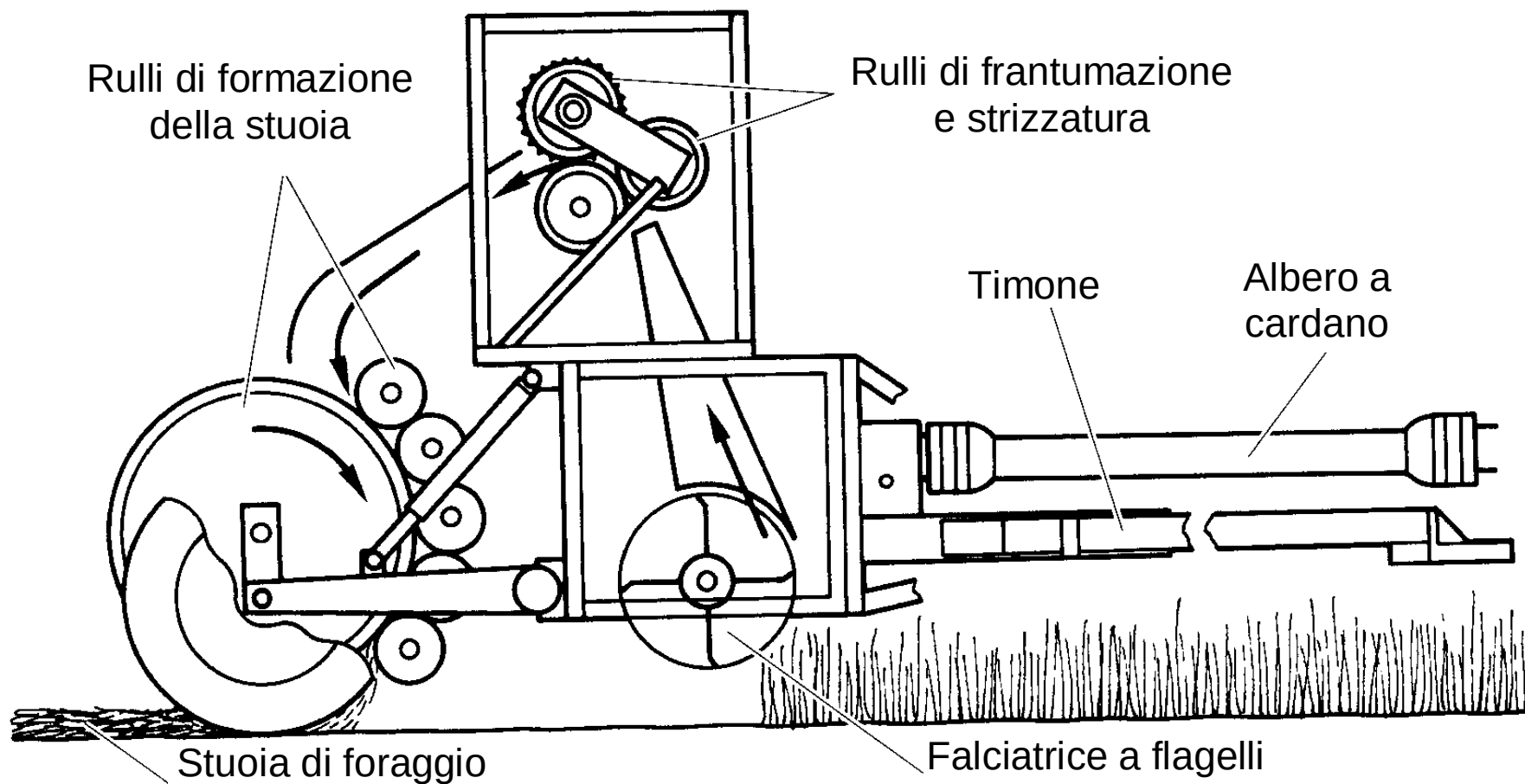
- **ABRASIONE (A FLAGELLI)**

- E' indicato per foraggi di prati monofiti di graminacee e di prati permanenti dove queste specie abbondano; consigliato anche per materiali destinati alla disidratazione (essiccamento più rapido).
- La qualità del lavoro migliora con l'aumentare della massa di foraggio, mentre con i condizionatori a rulli avviene l'inverso
- Si ottengono andane più soffici rispetto a quelle ottenute con i condizionatori a rulli perché gli steli rimangono rigidi e cadono intricati in tutti i versi, ma, sempre rispetto ai condizionatori a rulli, si hanno maggiori perdite di foglie, soprattutto nelle leguminose.

Condizionamento chimico

- **Condizionamento chimico**
 - **Carbonato di potassio (prolunga l'apertura degli stomi e modifica le cere epicuticolari)**
 - » 3,5-7 kg di f.c. in 25-30 l di acqua $\cdot t^{-1}$ di sostanza secca
 - **Carbonato di sodio**
 - » Analogo, ma con costo più contenuto
 - **Non ha molto seguito in Italia**
- **Supercondizionamento**
 - **Tecnica molto violenta che mediante rulli zigrinati, ruotanti a diversa velocità periferica, disgrega in frammenti fibrosi e impasta tutte le strutture della pianta, trasformandole in una “stuoia” di colore scuro e circa 10 mm di spessore, deposta a terra sulle stoppie. La rottura delle “barriere” consente un'essiccazione molto rapida. I succhi derivanti dalla strizzatura sono recuperati e ridistribuiti sulla stuoia durante la sua formazione.**
 - **Erba medica così trattata ha dimostrato una maggiore digeribilità delle fibre NDF e ADF, rispetto al fieno essiccato all'aria.**

Supercondizionamento



Conservazione foraggio sfuso

- **Impiego del rimorchio autocaricante**
- **Conservazione del fieno in fienili appositi**
- **Difficile meccanizzabilità, ma basso costo**
- **E' quasi equivalente all'imballatura se:**
 - **Si fanno balle piccole e, quindi, numerose**
 - **Se non si hanno elevate esigenze di trasporto**
 - **Si usano balle cilindriche, che non sfruttano bene lo spazio in fienile e non possono essere molto impilate**
 - **Facilita la sofficità della massa, quindi l'essiccamento iniziale**
- **Spesso indicato per foraggio ancora umido, a essiccare dopo lo stoccaggio (ventilazione)**

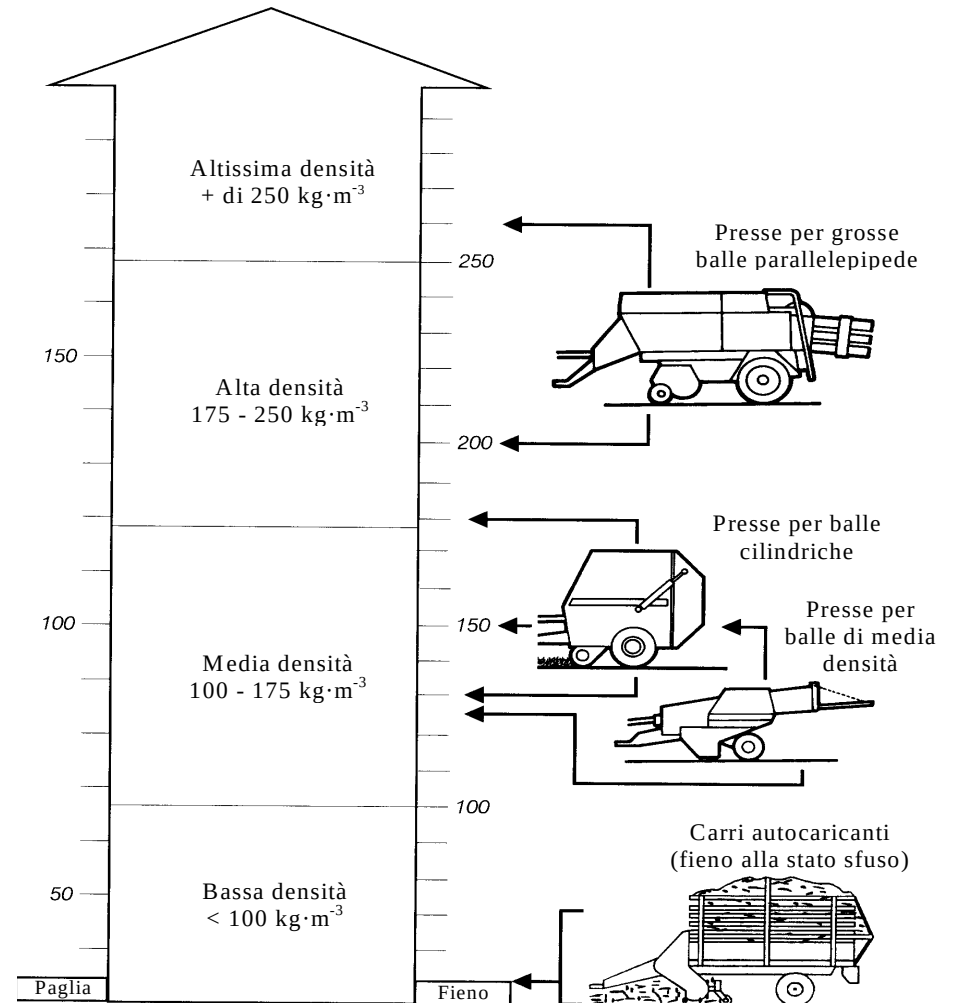
Imballatura

- riduzione ingombro
- meccanizzazione della movimentazione
- stoccaggio facilitato
- distribuzione al bestiame facilitata
- umidità di imballaggio
 - foraggio secco (85-86% di s.s.), conservabile tal quale;
 - foraggio appassito, conservabile in fienili a ventilazione forzata o in sili;
 - foraggio semi appassito, conservabile in sili a tenuta d'aria.

Caratteristiche delle balle

$$d = \frac{P(\text{kg})}{V(\text{m}^3)}$$

- Volume
- Densità di pressatura (massa volumica)
- Densità apparente e reale
 - La densità reale non considera l'umidità
» $d_r = d \times s.s.$
 - Densità basse (< 140 kg/m³) permettono una certa circolazione dell'aria e quindi l'asciugamento della balla (se necessario), impedendone il riscaldamento eccessivo



Forma delle balle

- **Piccole balle parallelepipedo**
 - Basso peso (15-35 kg), volume: 0.1-0.2 m³; densità 130-150 kg m⁻³
 - Movimentabili a mano, ma difficile meccanizzazione
 - Elevato indice di esposizione
 - Consigliabili solo con pendenze molto elevate
 - Minori maltrattamenti del foraggio ed arieggiamento buono
- **Grandi balle cilindriche**
 - facili da realizzare, da sollevare e da movimentare meccanicamente; poca richiesta di manodopera
 - basso indice di esposizione (circa 5)
 - Volume: 1,4 - 2,1 m³; densità: 130 - 180 kg m⁻³
- **Grandi balle parallelepipedo**
 - adatte al trasporto e alla meccanizzazione, con 'portate' molto elevate
 - alto indice di esposizione
 - Migliore gestione dello stoccaggio
 - Volume 2-4 m³; densità: 200 - 280 kg m⁻³

Perdite dopo l'imballatura

- **Umidità tra il 12 e il 17%**
 - Conservazione regolare
- **Balle umide (20-22%)**
 - Riscaldamento della massa (e asciugamento)
 - Formazione di muffe
- **Balle molto umide (> 22-25%)**
 - Formazione di muffe (in presenza di aria)
 - Sviluppo di batteri termofili con innalzamento della temperatura → Reazione di Maillard (in assenza d'aria)
 - Autocombustione



Fienagione in due tempi

- **Taglio dell'erba**
- **Parziale essiccazione in campo (fino al 40% di umidità)**
- **Trasporto in fienili a ventilazione forzata**
- **Completamento dell'essiccazione**
 - **Fieno sfuso: grigliato metallico. La cella funge anche da fienile**
 - **Fieno in balle: Piattaforma forata di cemento armato**
- **Diffusione**
 - **Zona del Parmigiano Reggiano**
 - **Trentino Alto Adige**

Ventilazione dei fieni

- **VENTILAZIONE ASCENSIONALE DEL FIENO SFUSO**
 - Fienile diviso in celle
 - Caricamento dall'alto
 - Riempimento per strati successivi
 - Pavimento in grigliato con ventilatore
 - Sistema continuo
- **VENTILAZIONE IN ROTOBALLE**
 - Sistema discontinuo
 - Grande capacità lavorativa
 - Alto costo

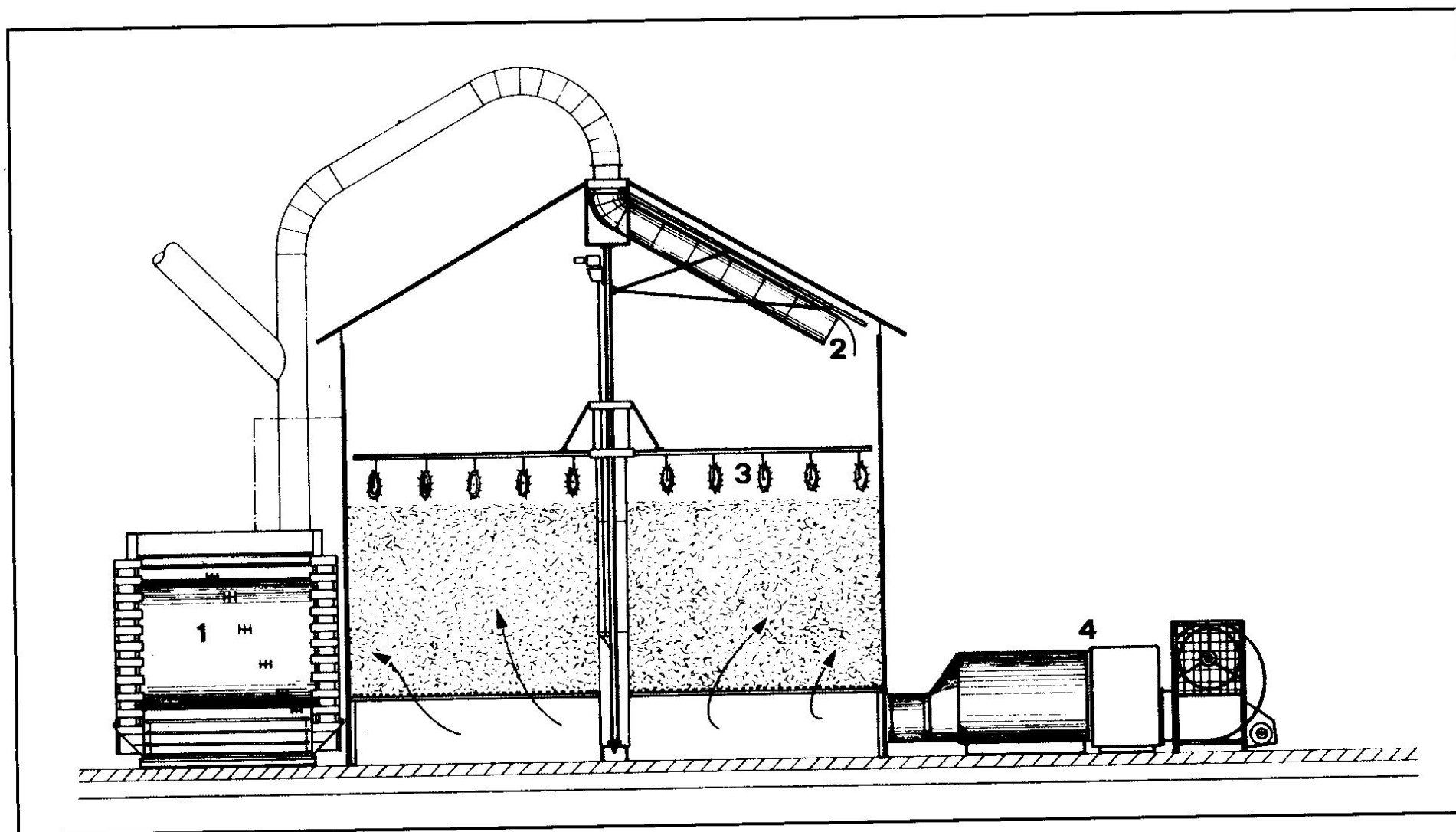


Fig. 68 - Schema di impianto di essiccazione a cella cilindrica: è un impianto a ventilazione ascensionale, come le platee. In evidenza: (1) cassone dosatore, (2) tubazione di distribuzione, (3) dispositivo rotante per lo scarico, (4) gruppo aerotermico.

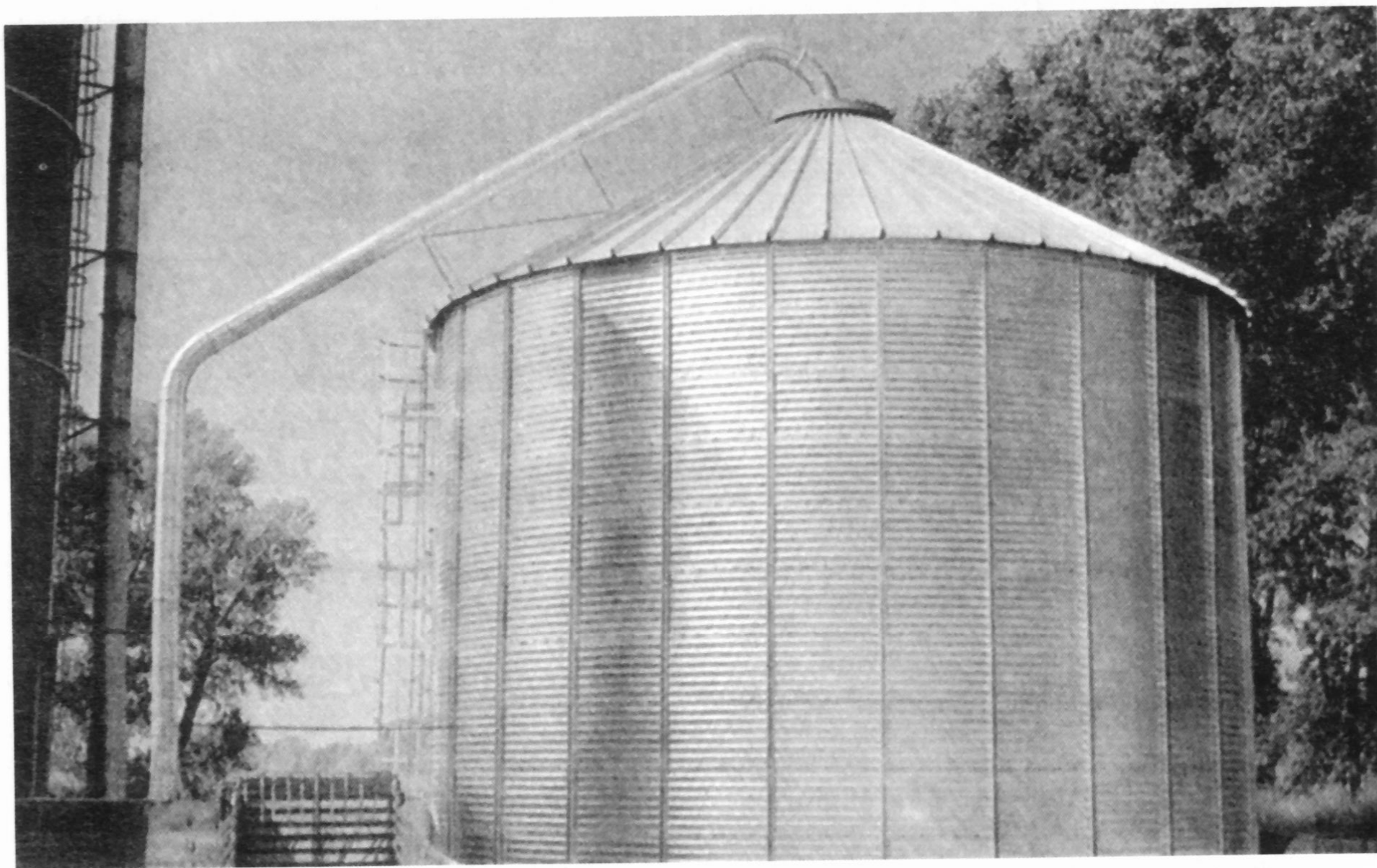
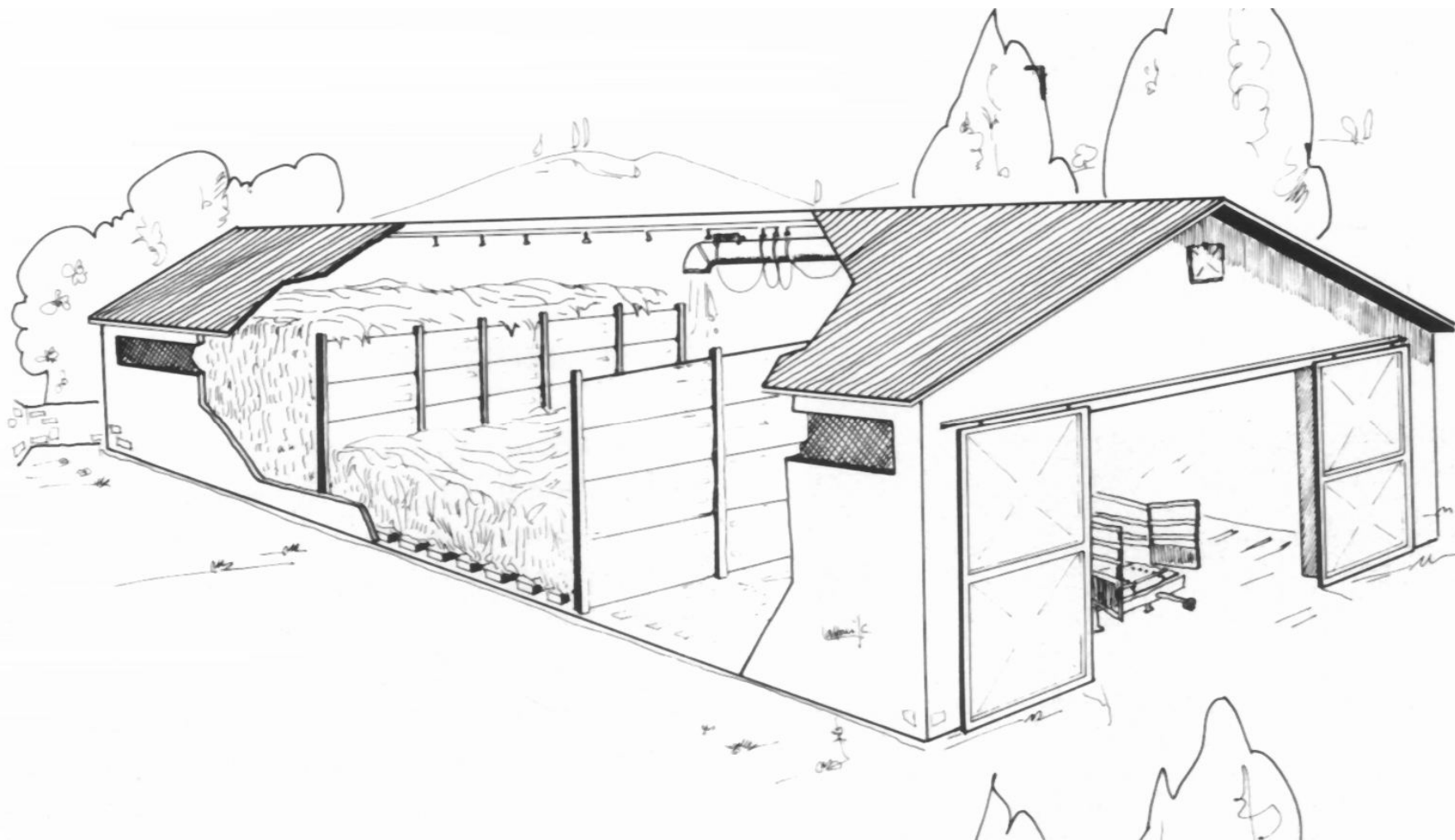


Fig. 69 - Impianto a cella cilindrica di 1500 m³ utili, pari ad una capacità di circa 180 tonnellate di foraggio secco.



Ventilazione balle



Perdite di fienagione

Componenti	Perdite di fienagione (%)	
	Fienagione in 2 tempi	Fienagione tradizionale
Sostanza secca	10-15	25-35
Protidi	15-25	40-45
U.F.	25-35	45-65

Uso di additivi

- **Prodotti ad azione antimicrobica al momento dell'imballatura**
- **acido propionico (bis-propionato di ammonio. Azione micostatica)**
 - 6 kg · t⁻¹ di fieno con il 25% di umidità
 - 12 kg · t⁻¹ di fieno con il 30% di umidità
 - 14 kg · t⁻¹ di fieno con il 25% di umidità (rotoballe e balle giganti ad alta densità)
- **Ammoniaca anidra (contro le muffe)**
 - 15-20 kg · t⁻¹ di fieno con il 25-40% di umidità
 - uso su balle fasciate
- **Agenti microbici**
 - Ceppi vivi di *Bacillus pumulus*, selezionati da fieno di erba medica