

Le tecniche più opportune, gli errori da evitare, i costi. Lo stato dell'arte tratteggiato da Paolo Rossi, del Centro ricerche produzioni animali

Sili, l'abc secondo il Crpa Così lo stoccaggio di alimenti



● Nel caso dei sili orizzontali (come questo, un silo "singolo"), diventano prioritarie un'adeguata progettazione e un preciso dimensionamento in termini di lunghezza e di larghezza.



● La copertura della massa del trinciato non solo deve impedire la penetrazione dell'acqua piovana, responsabile delle perdite di acidi organici e altri componenti solubili dell'insilato, ma deve anche ridurre l'esposizione all'ossigeno.

di **Alessandra Ferretti**

Come per tutte le strutture edilizie dell'azienda zootecnica, anche per quelle dedicate allo stoccaggio degli alimenti e all'insilamento è indispensabile una progettazione basata su precisi calcoli dimensionali e sulla scelta di una tipologia di struttura ad hoc per quell'azienda dove gli edifici saranno realizzati. Da questi due aspetti, calcolo delle dimensioni e tipologia della struttura, dipendono fattori diversi capaci di condizionare la qualità degli alimenti animali.

Ora, le strutture per la conservazione degli alimenti zootecnici sono rappresentate, in sintesi, dai sili verticali per i mangimi concentrati, dai sili orizzontali per i foraggi insilati e dai capannoni, di forma e struttura variabile, per il foraggio affienato. Iniziamo con la prima tipologia, i sili verticali.

Sili verticali

Spiega Paolo Rossi, responsabile al Crpa (Centro ricerche produzioni animali, di Reggio Emilia) dell'Ufficio edilizia: «Queste strutture, realizzate in vetroresina o in materiale plastico, vengono spesso consegnate in uso gratuito dalle ditte mangimistiche. Gli aspetti più importanti per la salvaguardia del mangime riguardano il riempimento e la collocazione del silo. In primo luogo, questi sili non devono rimanere pieni per un tempo troppo lungo. Vale a dire che andrebbero cercate le dimensioni esatte tarate sui fabbisogni dell'azienda di appartenenza affinché possano essere svuotati all'incirca ogni due settimane. Questa pratica evita che si verifichino fenomeni non desiderati, come la proliferazione di microrganismi che a loro volta portano alla fermentazione del prodotto. In secondo luogo, i sili andrebbero collocati in aree non troppo soleggiate, dal momento che, pur realizzati in colore chiaro capace di riflettere i raggi solari, sottoposti a temperature troppo elevate,



● I sili verticali dovrebbero essere svuotati all'incirca ogni due settimane e dovrebbero venire collocati in aree non troppo soleggiate. Queste pratiche evitano fenomeni non desiderati, come la proliferazione di microrganismi che a loro volta portano alla fermentazione del prodotto.

darebbero vita ai fenomeni non desiderati come quelli descritti poc'anzi».

È soprattutto per questo secondo motivo che gli esperti del Crpa consigliano e progettano, quando possibile, la collocazione dei sili verticali all'interno dei capannoni. Se poi servono alla preparazione dell'unifeed, i sili dovranno essere posti esattamente nell'area di preparazione del carro.

Con una capienza che può andare dalle

2 alle 20 t, in media nelle aziende italiane i sili verticali contengono tra le 5-6 t di prodotto. «Tra le innovazioni messe a punto all'estero - puntualizza l'esperto Crpa - abbiamo potuto osservare di recente sili realizzati in teli e sorretti da una struttura metallica. Questa tipologia di struttura evita, ad esempio, le difficoltà relative allo svuotamento completo del silo che, nel caso di una struttura in vetroresina o plastica, va picchiato



● Nel caso dei sili orizzontali, l'obiettivo di una corretta progettazione è realizzare una struttura in grado di resistere alle forze provenienti dal terreno e a quelle derivanti dall'insilato stoccato, per evitare cedimenti o lesioni che potrebbero compromettere la stabilità o l'impermeabilità del contenitore.



● Requisiti dei sili orizzontali sono l'assoluta impermeabilità del basamento e delle pareti, una capacità di stoccaggio adeguata alle esigenze gestionali dell'azienda e la facilità di riempimento e prelievo dell'insilato.

con un martello per staccare gli eventuali residui di mangime dalle pareti».

Sili orizzontali

Per quanto riguarda invece i sili orizzontali, Rossi illustra: «Destinati al contenimento di insilati (silomais, erbasilo), sono realizzati in calcestruzzo armato, spesso con una rilevante componente prefabbricata. Gli schemi costruttivi che vengono adottati per la realizzazione delle pareti prevedono spesso elementi modulari prefabbricati autoportanti posati su apposite fondazioni. Una testata del silo è sempre priva di pareti per consentire le operazioni di caricamento e svuotamento mediante rimorchi e desilatrici».

Nel caso dei sili orizzontali diventano prioritarie un'adeguata progettazione e un preciso dimensionamento in termini di lunghezza e di larghezza. Spiega meglio Rossi: «L'obiettivo è quello di realizzare una struttura in grado di resistere alle forze provenienti dal terreno e a quelle derivanti invece dall'insilato stoccato, per evitare cedimenti o lesioni che potrebbero compromettere la stabilità oppure l'impermeabilità del contenitore. Il corretto dimensionamento del silo va effettuato prendendo in considerazione il numero di animali alimentati e la quantità media d'insilato da inserire nella razione. L'esigenza è quella di ostacolare il



● Tra le modalità di taglio dell'insilato, l'ideale sarebbe poter tagliare una "fetta" di 20-25 cm lungo tutto il fronte. L'esigenza è ostacolare il più possibile la penetrazione dell'aria nell'insilato, che potrebbe provocare un principio di fermentazione e permettere ai microrganismi aerobi di consumare gli zuccheri del silomais riducendone il contenuto energetico.



● L'utilizzo di desilatrici a coltelli (rispetto ad attrezzature diverse come, ad esempio, la pala meccanica) garantisce un fronte di taglio compatto e una minore superficie esposta all'aria, con maggiore stabilità della massa insilata.

più possibile la penetrazione dell'aria nell'insilato, che potrebbe provocare un principio di fermentazione e quindi far sì che i microrganismi aerobi consumino gli zuccheri del silomais riducendone il contenuto energetico». Per questo i requisiti fondamentali dei silo orizzontali sono identificati da Rossi «nell'assoluta impermeabilità del basamento e delle pareti, in una capacità di



● Tra le ultime novità introdotte in Italia, figura anche il robot per la distribuzione dell'alimento in grado di tagliare i foraggi, miscelarli con i concentrati e somministrarli a gruppi diversi di bovini con altrettante razioni.

stoccaggio adeguata alle esigenze ge-

stionali dell'azienda e nella facilità di riempimento e prelevamento dell'insila-

to, in condizioni di assoluta sicurezza per gli operatori. Non si dimentichino poi anche le operazioni di compressione e di copertura del silo. La copertura della massa del trinciato non solo deve impedire la penetrazione dell'acqua piovana, respon-

TAB. 1 - I PRINCIPALI PARAMETRI DIMENSIONALI DEI SILI ORIZZONTALI A TRINCEA (SINGOLI, ABBINATI E IN SERIE)

Parametro	SILO SINGOLO (SA)				SILI ABBINATI (SB)				SILI IN SERIE (SC)			
	SA1	SA2	SA3	SA4	SB1	SB2	SB3	SB4	SC1	SC2	SC3	SC4
Larghezza effettiva (m)	9,5	14	18,5	23	9,05	13,55	18,05	22,55	9,05-8,6	13,55-13,1	18,05-17,6	22,55-22,1
Altezza media insilato (m) (*)	3,07	3,3	3,52	3,75	3,05	3,28	3,5	3,73	3,04	3,27	3,49	3,72
Superficie totale media (m ²)	427,5	630	832,5	1.035	814,5	1.219,5	1.624,5	2.029,5	1.201,50	1.809	2.416,5	3.024
Volume totale di stoccaggio (m ³)	1.315	2.079	2.935	3.881	2.488	4.000	5.694	7.570	3.661	5.919	8.450	11.255
Massa totale stoccabile (t) (**)	885	1.423	2.038	2.732	1.673	2.734	3.949	5.323	2.461	4.043	5.858	7.910
Superficie di terreno occupata (m ²)	551	763	975	1.187	961	1.385	1.809	2.233	1.371	2.007	2.643	3.279

*) Per i silo in serie il primo valore è relativo al silo laterale e il secondo al silo centrale. **) Nel caso di silomais.

Fonte: Crpa.

● Di forma e struttura variabile, i fienili sono opere prettamente edili, spesso con una rilevante componente prefabbricata, dedicati alla conservazione del foraggio affienato e possono essere realizzati in calcestruzzo armato, acciaio e/o legno.



sabile delle perdite di acidi organici e altri componenti solubili dell'insilato, ma deve anche ridurre l'esposizione all'ossigeno. Spesso pratica vuole che, una volta installato il telo impermeabile a copertura del silo, sopra al telo vengano a loro volta collocati vecchi pneumatici, uno a fianco all'altro».

Nel momento poi del taglio dell'insilato la superficie tagliata viene esposta all'aria. «Pertanto - prosegue Rossi - di-

ventano prioritarie le dimensioni del silo e le modalità di taglio. Una cattiva progettazione infatti porterebbe ad un utilizzo della massa non corretto e quindi ad un peggioramento della qualità dell'alimento per gli animali. Ad esempio, po-

trebbe verificarsi il caso di un taglio non regolare o troppo sottile. L'ideale sarebbe poter tagliare una "fetta" di 20-25 cm lungo tutto il fronte. L'altezza utile varia dai 2,6 m ai 3,6 m, in base al numero ed alla tipologia di animali».

Quanto alle modalità di taglio, Rossi illustra: «L'utilizzo di desilatrici a coltelli (rispetto ad attrezzature diverse come, ad esempio, la pala meccanica) garanti-

sce un fronte di taglio compatto e con una minore superficie esposta all'aria, con maggiore stabilità della massa insilata. Tra le ultime novità introdotte in Italia, figura anche il robot per la distribuzione dell'alimento in grado di tagliare

Pavimenti per sale mungitura e mangiatoie? Ci pensiamo noi.

Via Zemogna, 8
25011 CALCINATO (BS)
Tel. 030 9636872
Fax 030 9982172
www.confortisnc.it
info@confortisnc.it



i foraggi, miscelarli con i concentrati e somministrarli a gruppi diversi di bovini con altrettante razioni».

Nell'ambito dei silo orizzontali nella loro tipologia più diffusa, quella a trincea con pareti di contenimento, si distinguono tre schemi differenti: il silo singolo (con pareti laterali e una parete di fondo), i silo abbinati (con pareti laterali, parete di fondo e parete divisoria centrale) e silo in serie (con pareti laterali, parete di fondo e pareti divisorie tra un silo e l'altro). Quest'ultima tipologia viene realizzata nelle strutture più recenti e permette di abbassare i costi di costruzione dal momento che una o più pareti sono in comune a due silo.

I parametri dimensionali

Nella tabella 1 possiamo osservare i principali parametri dimensionali che caratterizzano i silo singoli (SA), i silo abbinati (SB) e i silo in serie (SC).

I costi di costruzione unitari per unità di volume di stoccaggio (euro/m³) variano al variare della larghezza effettiva del silo, mentre sono scarsamente influenzati dalla sua lunghezza.

È da aggiungere che, dal punto di vista normativo, è necessario per i silo orizzontali prevedere un pozzetto di raccolta e una canalizzazione per lo smaltimento dei reflui prodotti dal percolato del silo-mais unito all'acqua piovana.



● Un fienile con struttura portante in acciaio, tamponamenti di calcestruzzo alleggerito e copertura con pannelli sandwich.

Sempre dal punto di vista normativo, per salvaguardare la sicurezza dei lavoratori sono richieste transenne e/o guardrail alla sommità delle pareti del silo, per evitare il ribaltamento del trattore che deve caricare e pressare l'insilato.

I fienili

In questa carrellata di edifici per l'immagazzinamento degli alimenti per il bestiame zootecnico non possiamo dimenticare i capannoni rurali destinati allo stoccaggio del foraggio affienato. Di forma e struttura variabile, i fienili sono opere prettamente edili, spesso con una rilevante componente prefabbricata.

Illustra Rossi: «I capannoni possono es-

sere realizzati in calcestruzzo armato, acciaio e/o legno. Ciascuno di questi materiali presenta vantaggi e svantaggi. Vediamo quali. Le strutture in calcestruzzo armato, ampiamente diffuse nel settore zootecnico, si caratterizzano per una buona resistenza agli agenti atmosferici e ai gas corrosivi. Di contro, a parità di luci, interassi e sovraccarichi di calcolo, presentano una massa maggiore rispetto alle strutture in acciaio o legno. Questa caratteristica, se da una parte è garanzia nei confronti dell'instabilità dovuta a carichi di punta o alla forza del vento, dall'altra parte rende l'edificio meno sicuro dal punto di vista del rischio sismico».

Per quanto riguarda i capannoni in ac-

TAB. 2 - I PRINCIPALI PARAMETRI DIMENSIONALI DEI CAPANNONI

Parametro	capannoni CA			capannoni CB			capannoni CC		
	CA1	CA2	CA3	CB1	CB2	CB3	CC1	CC2	CC3
Luce netta tra pilastri (m)	9,95	15,95	23,95	9,91	15,91	23,91	9,95	15,95	23,95
Altezza interna sotto catena (m)	4	4	4	6,5	6,5	6,5	4	4	4
Superficie utile interna (m ²)	496	794	1.192	493	792	1.189	484	784	1.184
Volume utile interno (m ³)	1.983	3.177	4.769	3.207	5.146	7.732	1.934	3.135	4.734
Superficie di terreno occupata (m ²)	731	1.065	1.509	733	1.065	1.509	645	991	1.451

Fonte: Crpa. Legenda: CA = capannone senza tamponamenti, con altezza interna sotto trave di 4 m; CB = capannone senza tamponamenti, con altezza interna sotto trave di 6,5 m; CC = capannone con tamponamenti, con altezza interna sotto trave di 4 m.



● La copertura dei capannoni deve proteggere il contenuto sia dalle piogge, sia dall'irraggiamento solare, inoltre deve essere resistente di fronte all'attacco di batteri, funghi o altri microrganismi.



● Dal momento che si manovrano rotoballe di alcuni quintali ciascuna, è necessario posizionare perfettamente i balloni per non rischiare la loro caduta e causare quindi incidenti agli operatori.

ciaio, il tecnico Crpa spiega: «Se da un lato la leggerezza della struttura, che comporta l'utilizzo di elementi strutturali di semplice montaggio come bulloni o saldature, semplifica il cantiere di lavoro e il trasporto, la medesima caratteristica rende l'edificio soggetto a condizioni di instabilità. Per garantirne la sicurezza, è necessario ricorrere a un irrigidimento realizzato tramite elementi di collegamento tra i diversi telai, nella fattispecie, crociere di controventatura. Questo tipo di struttura necessita, oltre ad un trattamento di zincatura a caldo per evitare la ruggine, anche di un sistema di ventilazione invernale che limiti il rischio di condensa dell'umidità sulle superfici fredde degli elementi metallici».

E aggiunge: «Negli ultimi anni si sono diffuse strutture portanti in tubi d'acciaio zincati a caldo e dotati di tiranti di rinforzo. Il vantaggio di queste strutture consiste nella leggerezza dei materiali e nella semplicità di montaggio e ancoraggio alle fondazioni, tramite cordoli di calcestruzzo in parte armati».

Infine, i capannoni per lo stoccaggio del foraggio affienato possono essere realizzati in strutture di legno, che possono essere dotate sia di travi reticolari, sia di travi pressate e tirante d'acciaio. Le prime, puntualizza Rossi, «utilizzano tavole collegate attraverso piastre chiodate organizzate in una disposizione tale da

TAB. 3 - I COSTI DI COSTRUZIONE DI CAPANNONI RURALI APERTI (H UTILE 6,5 M) COME FIENILE, DEPOSITO PAGLIA, RICOVERO

Superficie	Costo euro/m ²
Fino a 500 m ²	320
Da 501 a 700 m ²	298
Da 701 a 900 m ²	280
Da 901 a 1.100 m ²	265
Da 1.101 a 1.300 m ²	255
Oltre 1.300 m ²	245

Fonte: Crpa (dati 2013).

TAB. 4 - I COSTI DI COSTRUZIONE DI CAPANNONI RURALI CHIUSI (H UTILE 4 M) COME DEPOSITO, RICOVERO MACCHINE

Superficie	Costo euro/m ²
Fino a 500 m ²	416
Da 501 a 700 m ²	380
Da 701 a 900 m ²	346
Da 901 a 1.100 m ²	323
Da 1.101 a 1.300 m ²	305
Oltre 1.300 m ²	290

Fonte: Crpa (dati 2013).

formare un telaio indeformabile. Sono capaci di supportare grandi carichi, leggere e presentano costi interessanti. Le seconde sono costituite da travi pressate

te sovrapposte e collegate lateralmente attraverso piastre chiodate».

In tabella 2 sono riportati i principali parametri dimensionali che caratterizzano i capannoni secondo tre diversi schemi progettuali: capannone senza tamponamenti, con altezza interna sotto trave di 4 m (CA), capannone senza tamponamenti, con altezza interna sotto trave di 6,5 m (CB) e capannone con tamponamenti, con altezza interna sotto trave di 4 m (CC). Nelle tabelle 3 e 4 sono indicati invece i costi dei capannoni (aperti e chiusi) riferiti alla superficie coperta.

La copertura dei capannoni deve proteggere il fieno sia dalle piogge, sia dall'irraggiamento solare; inoltre deve essere resistente di fronte all'attacco di batteri, funghi o altri microrganismi. Conclude Rossi: «Anche in questo caso è fondamentale progettare correttamente la struttura in base ai calcoli dimensionali riferiti alle esigenze ed alla tipologia dell'azienda. Dal momento che si manovrano rotoballe di alcuni quintali ciascuna, è altrettanto indispensabile, come indicato dagli Uffici di sicurezza sul lavoro, posizionare perfettamente i balloni per non rischiare la loro caduta e causare quindi incidenti agli operatori» ●

Le foto sono state fornite dal Crpa (Centro ricerche produzioni animali) di Reggio Emilia.