

Operazione 16.2.01 PSR Emilia Romagna - Progetto Filiera F37 (Bando DGR 227/2017 e s.m.i.)

Evento divulgativo finale

Strategie innovative per aumentare il benessere della
bovina da latte sottoposta a stress termici

Aggiornamento sulle tecnologie di mitigazione climatica delle stalle da latte

Pierluigi Navarotto

già ordinario di ingegneria applicata alle produzioni animali – Università Milano

Condizioni ambientali nei ricoveri

Ambiente (definizione da Garzanti Linguistica)

Il luogo, lo spazio fisico, le condizioni biologiche in cui un organismo si trova, vive.

Genetica

Tecnologie zootecniche

} Aumento potenzialità produttive degli animali

} Diminuzione della “rusticità”

Occorre quindi una gestione attenta e accurata dei parametri ambientali

AMBIENTE “OTTIMALE” per animale



“Fattore di produzione” condizionante i risultati dell’allevamento

Fattori ambientali:

Insieme dei diversi fattori che hanno influenza sulle diverse funzioni vitali degli animali ed incidono sulle produzioni.

Sono distinguibili alcuni **fattori climatici:**

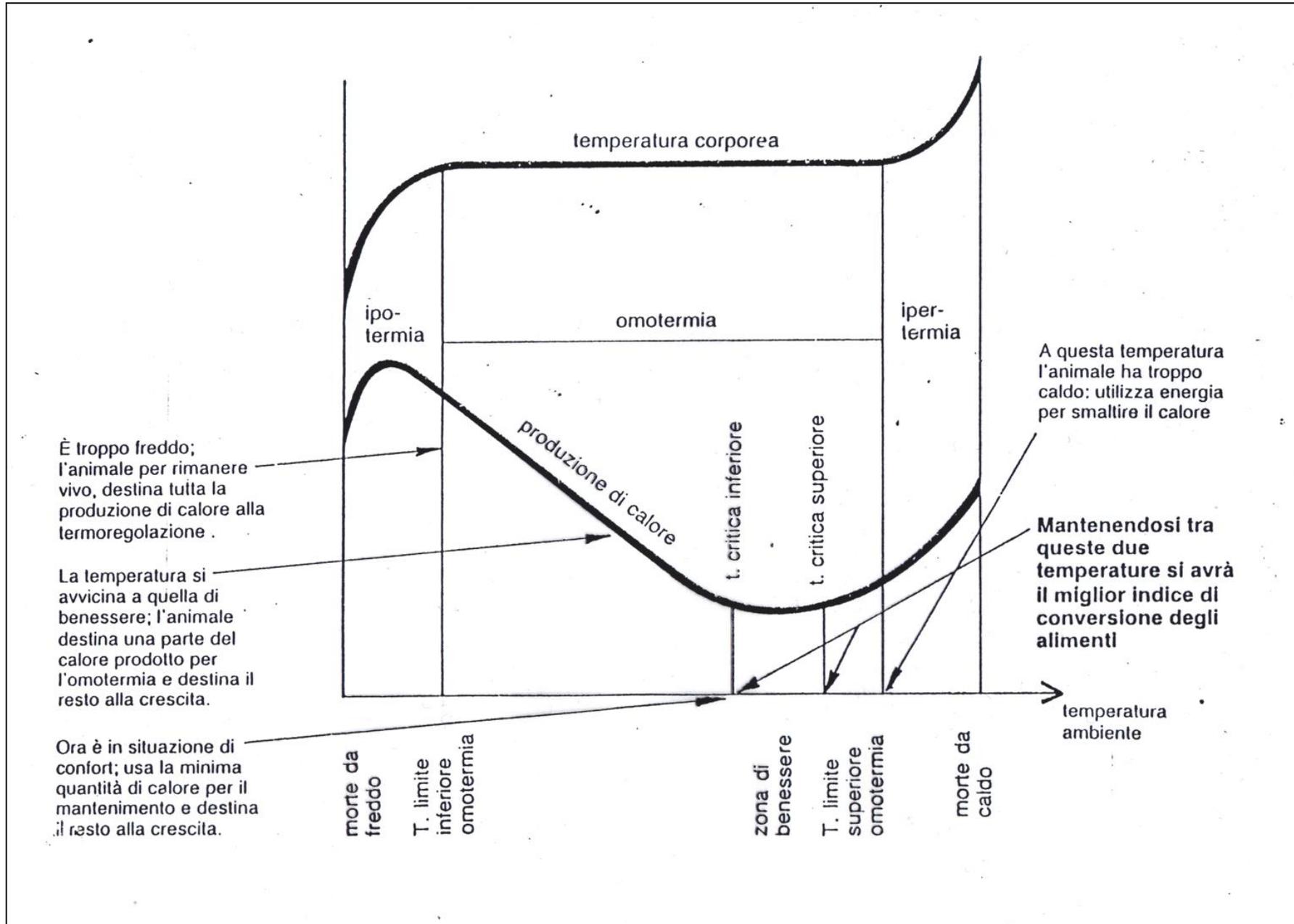
- Temperatura
- Umidità
- Velocità dell'aria

Sono distinguibili alcuni **fattori non climatici:**

I fattori “non climatici”

- presenza gas nocivi (NH_3 , H_2S , CH_4 , polveri sottili, ecc)
- numerosità del box
- spazio per capo
- luminosità
- tipologia di pavimentazione
- tipologia di attrezzature zootecniche, ecc.

Tutti questi aspetti concorrono a costituire l'ambiente e devono essere considerati in fase progettuale



In sintesi:

TEMPERATURA BULBO SECCO

TEMPERATURA BULBO BAGNATO

GLOBOTERMOMETRO

ANDAMENTO DELLA TEMPERATURA NELTEMPO

UMIDITA' RELATIVA

UMIDITA' ASSOLUTA

VELOCITA' DELL'ARIA

QUALITA' DELL'ARIA: POLVERI (TOTALI E RESPIRABILI)

GAS (CO_2 , NH_3 , CH_4 , ...)

Umidità

- Indice che, in stagione invernale, ci fornisce indicazioni sulla corretta ventilazione del ricovero (eliminazione del vapore acqueo prodotto dagli animali con la respirazione, si effettua mediante ricambio d'aria)
- L'effetto sugli animali è correlato alla temperatura

Elevata umidità e bassa temperatura aumenta la perdita di calore corporeo diminuendo le protezioni dei peli ed aumenta la conducibilità del calore

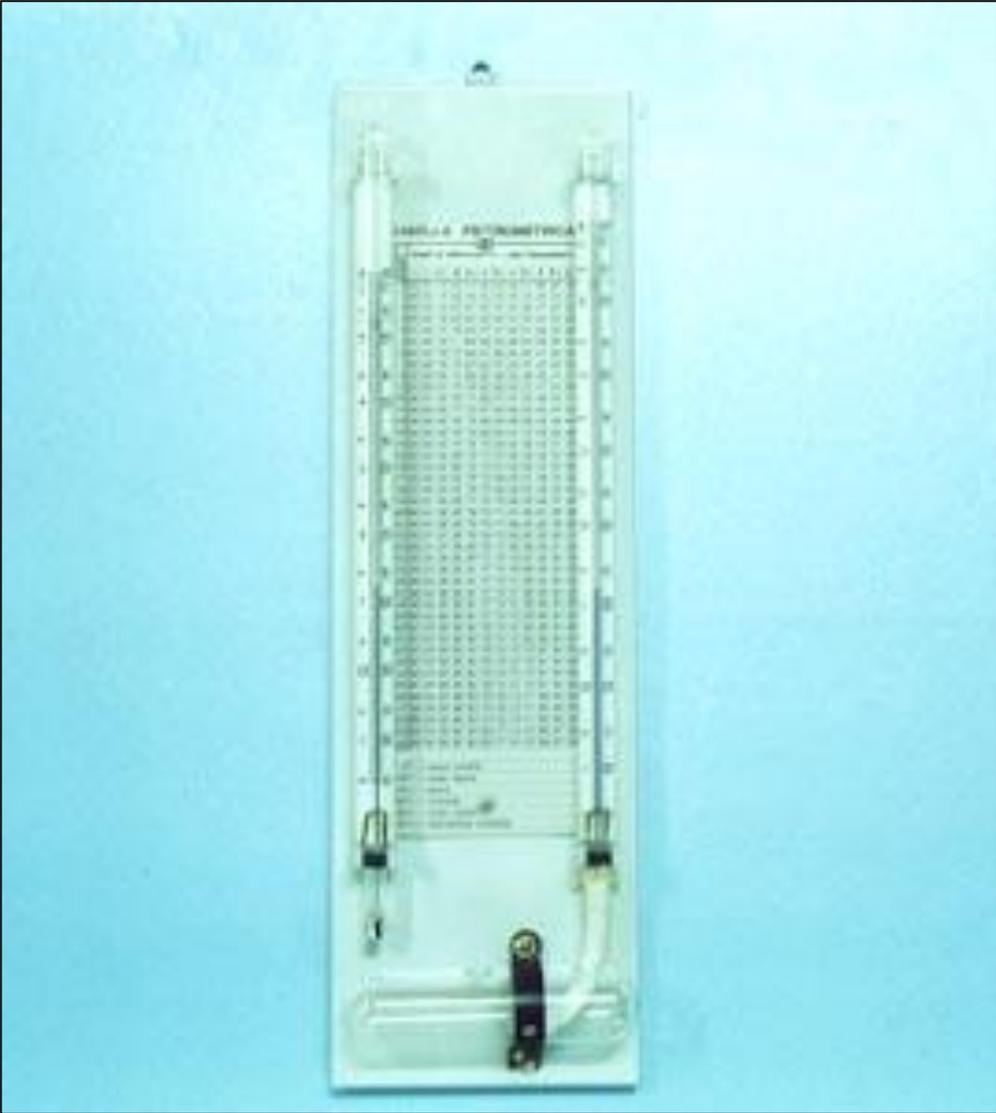
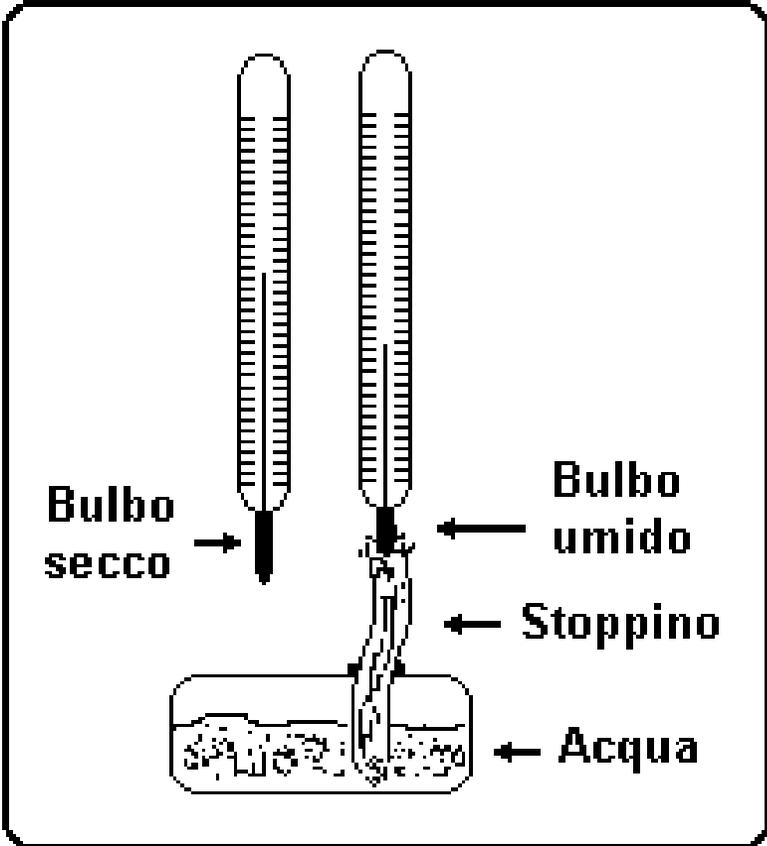
- con alte temperature rende difficile lo smaltimento del calore corporeo per evaporazione che trova alle alte temperature la forma più efficace per consentire la termoregolazione.

Umidità bassa nei ricoveri va evitata:

- per limitare i costi energetici
- per l'aumento della polverosità con possibile sviluppo patologie

Valori ottimali di umidità relativa sono 60 - 80 %

Psicometro



Velocità dell'aria:

Il fattore è strettamente correlato alla temperatura.

L'aumento della velocità dell'aria comporta un aumento delle perdite (per convezione) di calore corporeo.

nei giorni caldi → sollievo di un ventilatore

nei giorni freddi → effetto negativo che comporta sensazione di freddo con diminuzione di temperatura critica inferiore

In inverno - per giovani bovini 0,25 m/s
- per bovini adulti 0,50 m/s

In situazioni di caldo 3 – 5 m/s

$$\text{THI} = T + 0.36 * T_{dp} + 41.2 \text{ (ASABE, 2006)}$$

Dove:

T = temperatura dell'aria (bulbo asciutto) in °C

T dp = temperatura al punto di rugiada in °C

- valori di THI < 72-75: assenza di stress.**
- valori di THI da 75 a 79: stress leggero**
- valori di THI da 80 a 90: stress grave**
- valori di THI > 90: estremo pericolo**

POSILAC
1 STEP
bovine somatotropin by Monsanto

% RELATIVE HUMIDITY

°F	°C*	% RELATIVE HUMIDITY																																																	
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100																													
72	22.0																				72	72																													
73	23.0																				72	72	73	73																											
74	23.5																				72	72	73	74	74																										
75	24.0																				72	72	73	74	75	75																									
76	24.5																				72	72	73	74	75	76	76																								
77	25.0																				72	72	73	74	75	76	77	77																							
78	25.5																				72	72	73	74	75	76	77	78	78																						
79	26.0																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	79																					
80	26.5																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	80																				
81	27.0																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81																			
82	28.0																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	82																		
83	28.5																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	83																
84	29.0																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	84															
85	29.5																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	85														
86	30.0																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	86													
87	30.5																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	87												
88	31.0																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	88											
89	31.5																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	89										
90	32.0																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	90									
91	33.0																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	91								
92	33.5																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	92							
93	34.0																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	93						
94	34.5																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	94					
95	35.0																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	95				
96	35.5																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	96			
97	36.0																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	97		
98	36.5																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	98	
99	37.0																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	99
100	38.0																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	99
101	38.5																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	99
102	39.0																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	99
103	39.5																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	99
104	40.0																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	99
105	40.5																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	99
106	41.0																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	99
107	41.5																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	99
108	42.0																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	99
109	43.0																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	99
110	43.5																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	99
111	44.0																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	99
112	44.5																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	99
113	45.0																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	99
114	45.5																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	99
115	46.0																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	99
116	46.5																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	99
117	47.0																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	99
118	48.0																				72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	9		

Stress da caldo e produzione:

THI elevato → dopo 2 d riduzione latte

THI elevato ma notti fresche (3-6 h a 21°C) = latte

Raffrescamento efficiente in climi aridi, meno in climi caldo umidi

Stress da caldo → sfera riproduttiva

Relazione tra THII e riduzione produzione (ASABE 2006)

$$\mathbf{MPD} = 1.08 - 1.736 * NL + 0.02474 * NL * THI$$

Dove:

MPD = diminuzione di produzione

NL = normale livello produttivo

THI = Valore medio giornaliero del THI

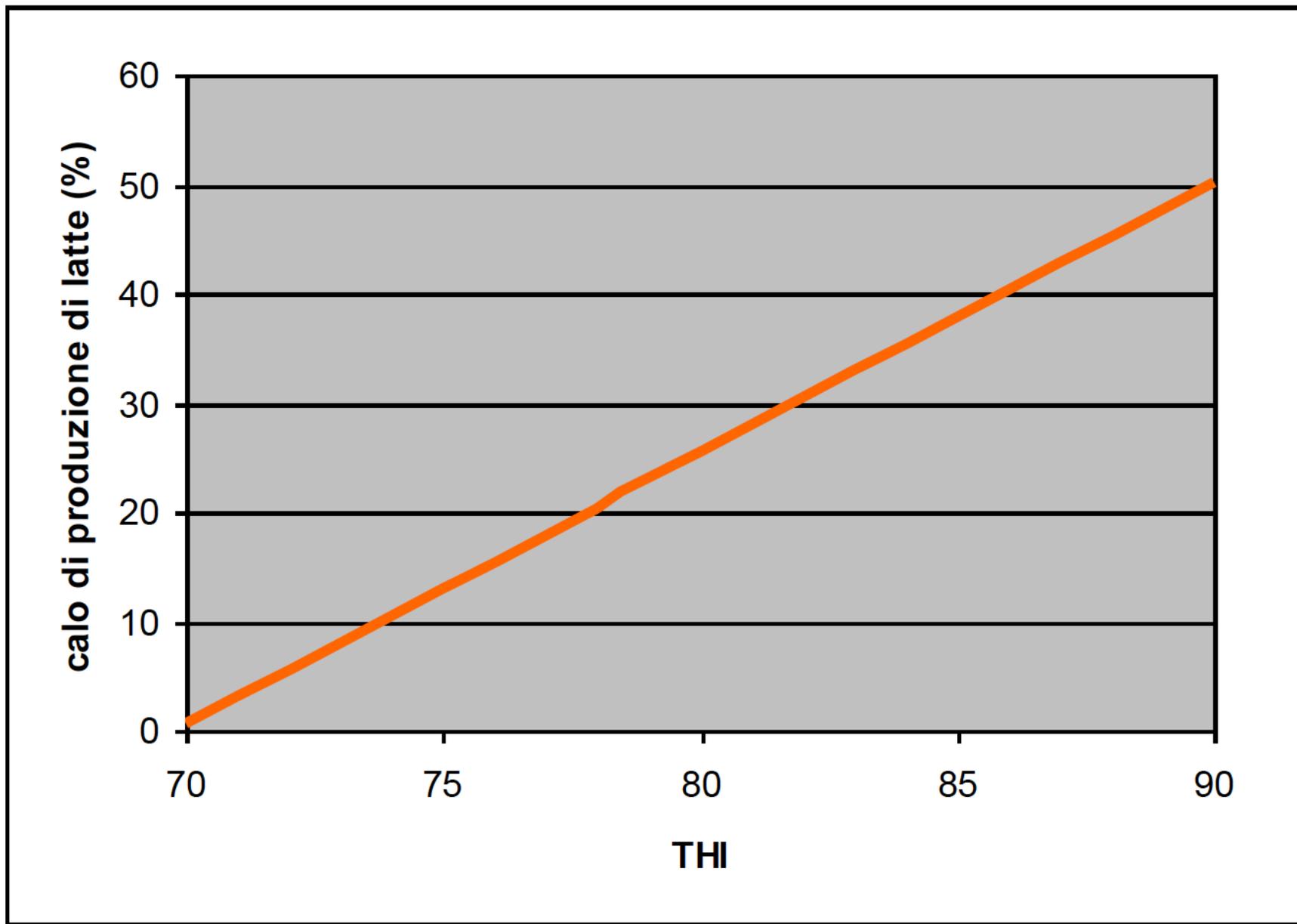


Figura 3 - Calo di produzione delle bovine in relazione ai valori di THI (ASABE, 2006).

aumento della temperatura → stazione eretta e minor riposo → maggior temperatura corporea → minor assunzione SS

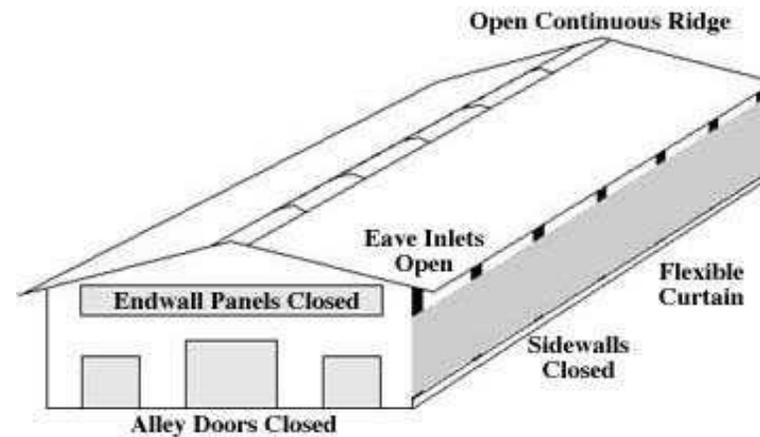
Come intervenire

- protezione degli animali dal calore in entrata (tetto, pareti, pensiline, tende)
- attenzione alla localizzazione e orientamento della stalla
- ombra per gli animali al pascolo (almeno 4.5 m²/capo)
- in prossimità della stalla evitare stoccaggio fieno
- impianti di raffrescamento (ventilatori, foggers- nebulizzatori, misters, sprinklers)
- aumentare la disponibilità di acqua
- formulazione della dieta
- somministrazione della dieta

L' UNICO ORIENTAMENTO POSSIBILE E' NORD-SUD?

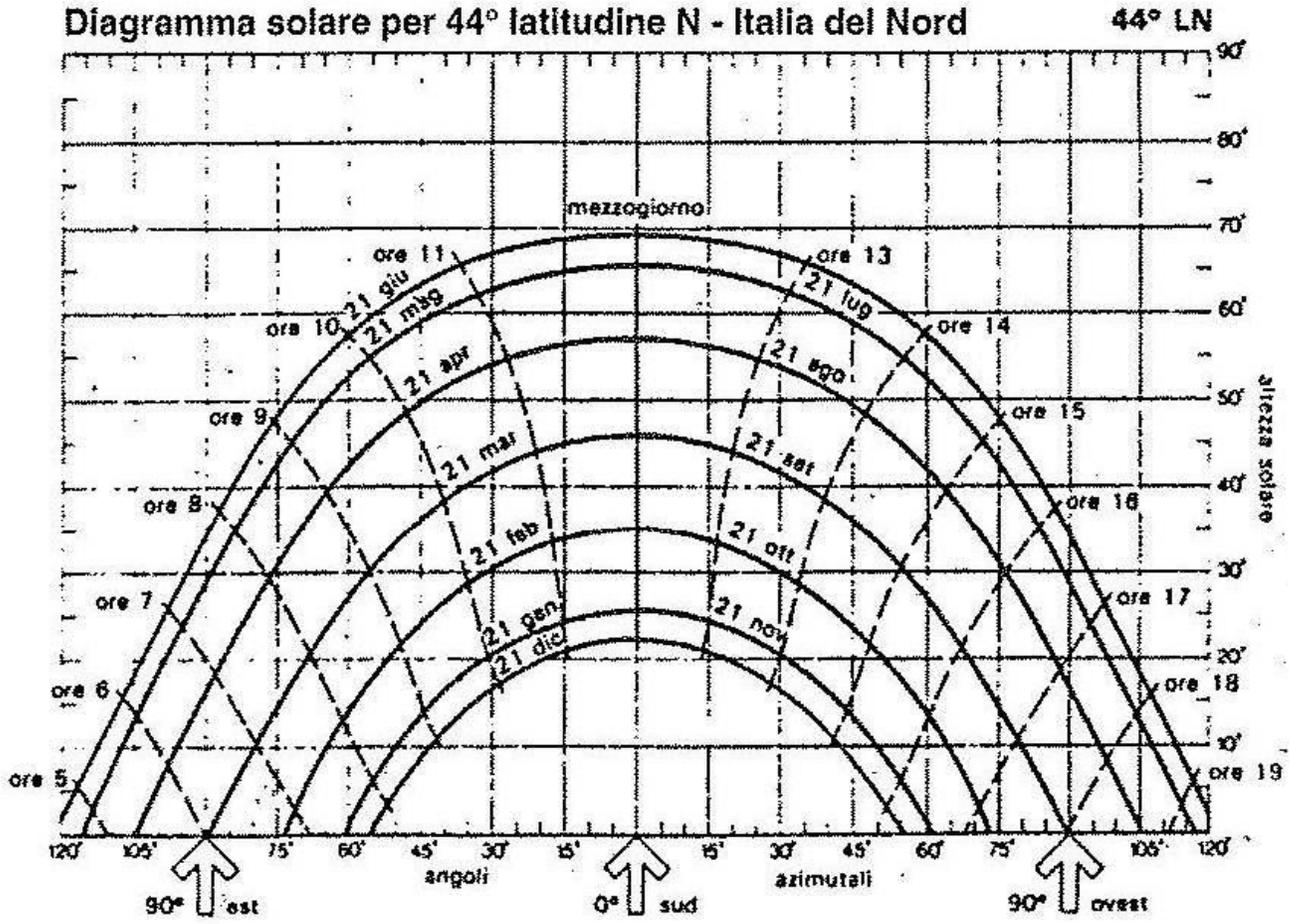
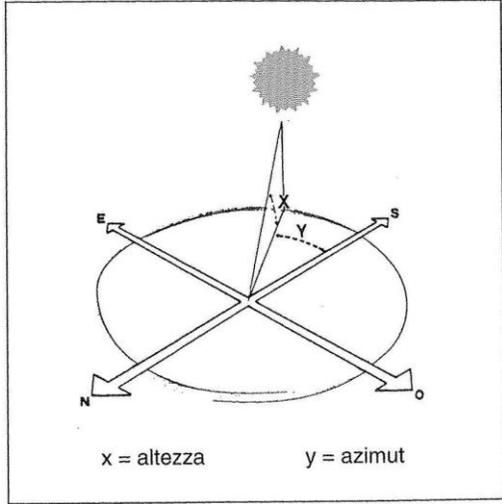


Devo dotare le pareti laterali di tende abbassate dalle 13 alle 20 e/o prevedere degli sport del tetto sufficienti ad evitare l'irraggiamento diretto



POSSO SFRUTTARE LA DIREZIONE DEI VENTI?

Sì, facendo in modo che l'asse longitudinale della stalla sia perpendicolare alla direzione del vento.



FOGGERS- NEBULIZZATORI

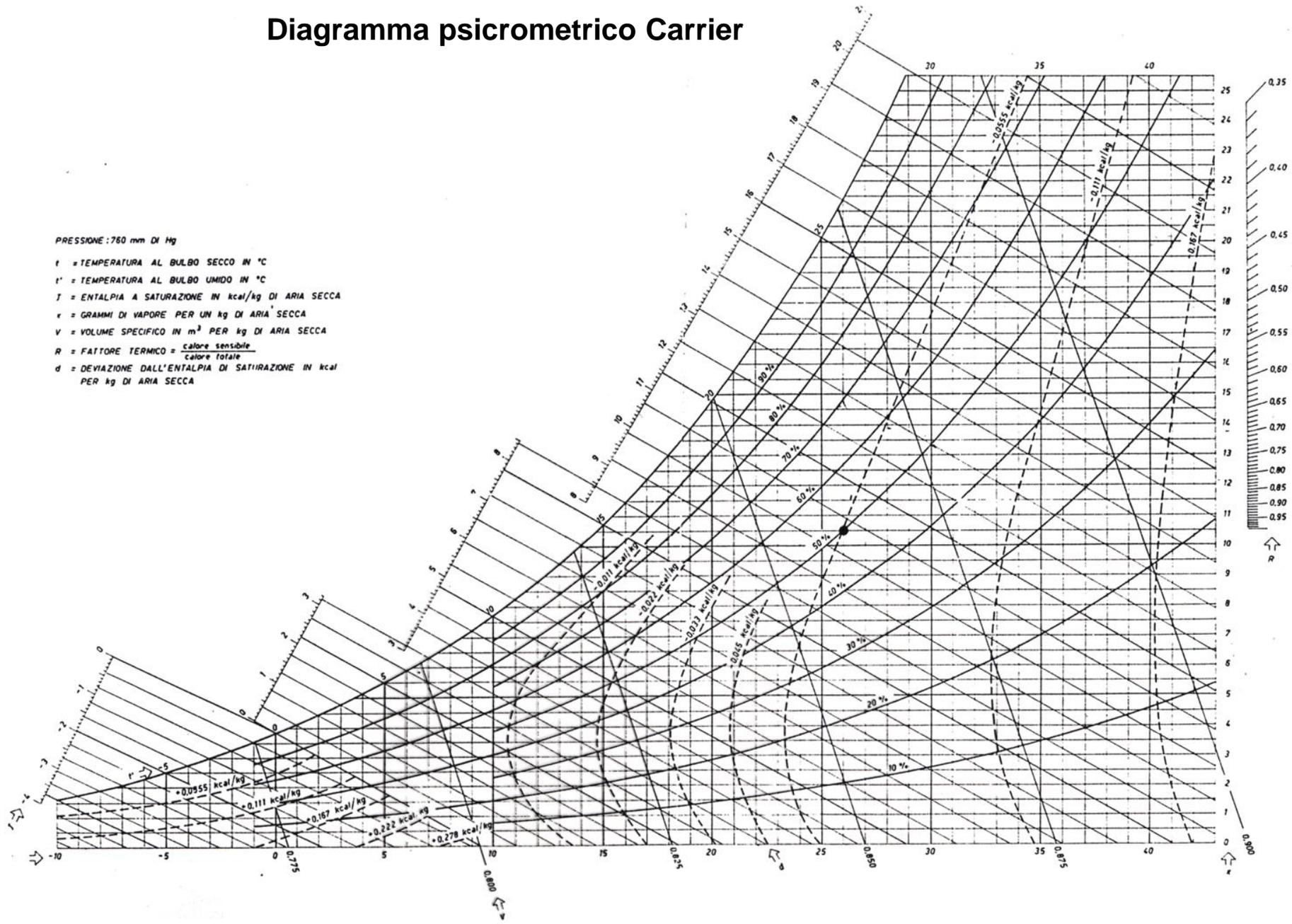
Nebulizzano l'acqua ad alta pressione e raffreddano l'aria
Gocce piccole che evaporano in fretta AUMENTO UR
(vanno spenti di notte)
Posizionate vicino al ventilatore (in funzione 24 h su 24)
Solo in stalle alte aperte ai lati
No in clima umido



Diagramma psicrometrico Carrier

PRESSIONE: 760 mm Di Hg

- t = TEMPERATURA AL BULBO SECCO IN °C
- t' = TEMPERATURA AL BULBO UMIDO IN °C
- T = ENTALPIA A SATURAZIONE IN kcal/kg DI ARIA SECCA
- v = GRAMMI DI VAPORE PER UN kg DI ARIA SECCA
- V = VOLUME SPECIFICO IN m³ PER kg DI ARIA SECCA
- R = FATTORE TERMICO = $\frac{\text{calore sensibile}}{\text{calore totale}}$
- d = DEVIAZIONE DALL'ENTALPIA DI SATURAZIONE IN kcal PER kg DI ARIA SECCA



SPRINKLERS- DOCCETTE

Gocce d'acqua grandi e a bassa pressione; spruzzo a 180°

Mantello bagnato fino alla cute (parte posteriore dell'animale)

Evaporazione tramite ventilatori (sempre in funzione!)

Accumulo di acqua sul pavimento

Posizionate sulla corsia di alimentazione e sala d'attesa

Funzionamento manuale o termostato (24-25° C)



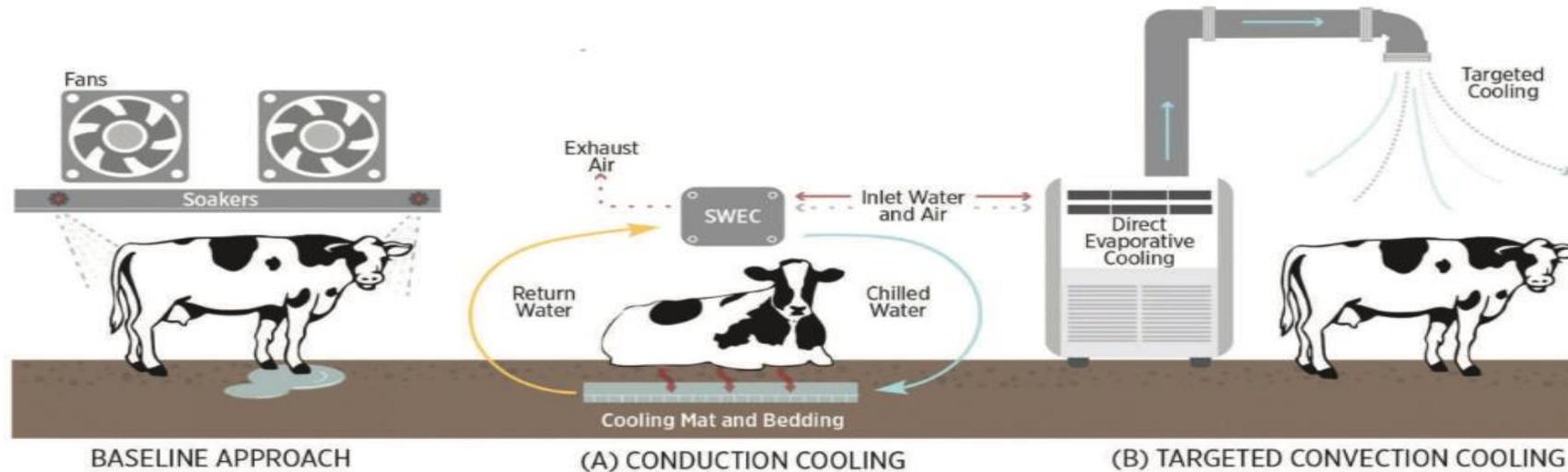
Wiersma e Armstrong (1983): uso di doccette riduce T° corporea di 1.7° C e aumenta la produzione di latte di 0,8 kg/die

CICLI (doccette attive per 2-3 min ogni 15 minuti)

OK in zone umide Attenzione ai liquami

Chan e coll (1997): uso di doccette aumenta la produzione di latte di 2 kg/die, con 0.1 % in più di grasso e proteina

Molta acqua per il benessere



Tre differenti tecnologie a base di acqua per rinfrescare la bovina. A sinistra: metodo tradizionale, ventilatori combinati a nebulizzatori. Al centro: sistema a ricircolo chiuso che invia acqua fresca nei materassini posti sotto le cuccette, l'acqua viene raffreddata grazie al "Sub-Wet Bulb Evaporative Chiller" brevettato dai ricercatori dell'University of California. A destra: il sistema detto "swamp cooler", funziona in modo simile ad un condizionatore. Da: Kat Kerlin, University of California, Davis - Usa, "Keeping cows cool with less water and energy", pubblicato sul sito www.ucdavis.edu, settembre 2017.

Disponibilità di acqua

1,5 l di acqua/kg di latte prodotto

CORRELAZIONE

acqua – prod. latte

$r = 0.94$

acqua – ingestione SS

$r = 0.96$

- Punti di abb. > 2
- Vacche per abb. < 30
- Disponibilità > 6 cm/vacca



Disponibilità di acqua



La quantità di acqua che l'animale ingerisce aumenta se la dieta è ricca di sale, proteina e SS

Con l'aumento della temperatura ambientale aumenta l'assunzione d'acqua: da 64 l a + 10° C a 106 quando vengono superati i 40° C (NRC, 1981)

Quando la T° aumenta eccessivamente l'animale beve meno (l'ingestione di SS è inferiore e vengono ridotti i movimenti)



Come stimolo la vacca a bere?

Numero sufficiente:
almeno 10-12 cm di
fronte di
abbeverata/capo

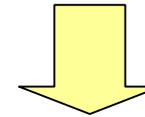
**Puliti (NO ALGHE,
INCROSTAZIONI,...
)**

Profondità



**Posizionati all'ombra e in
posti non lontani o difficili
da raggiungere**

Portata idrica adeguata:
almeno 10 l/min (7 per
quelli a tazza, 13 per
quelli a vasca)



**Evitare di far percorrere agli animali
distanze eccessive (pascolo)
soprattutto nelle ore critiche**

Table 5: Average water budget for a lactating cow based on stated assumptions in the text and current scientific data

	Annual Daily Water Required per Lactating Cow (gallon/day)	Percentages	
		Net Water Pumped Required*	Total Clean Water Required**
Free Water Intake	28.8	50.0	40.0
Ration Water Intake	3.2		
Total Water Intake	32.0		
Dry Cow Allowance	2.2	3.9	3.1
Water Trough Cleaning	2.9	5.0	4.0
Parlor Usage	6	10.1	8.4
Decking Flush	12	21.1	16.9
Heat Abatement	4.9	8.7	6.9
Plate Cooler	14.4		20.2
Total Clean Water Required	71.2		
Clean Water Reused	14.4		
Net Water Required	56.9		



l/d

121,12

17,41

269,49

*Newt water is the percentage of water pumped from ground water or purchased

** Total clean water is the percentage of total clean water required per day and assumes the plate cooler water is recycled and used in an application where potable water is required such for drinking

Velocità dell' aria:

Il fattore è strettamente correlato alla temperatura.

L' aumento della velocità dell' aria comporta un aumento delle perdite (per convezione) di calore corporeo.

nei giorni caldi → sollievo di un ventilatore

nei giorni freddi → effetto negativo che comporta sensazione di freddo con diminuzione di temperatura critica inferiore

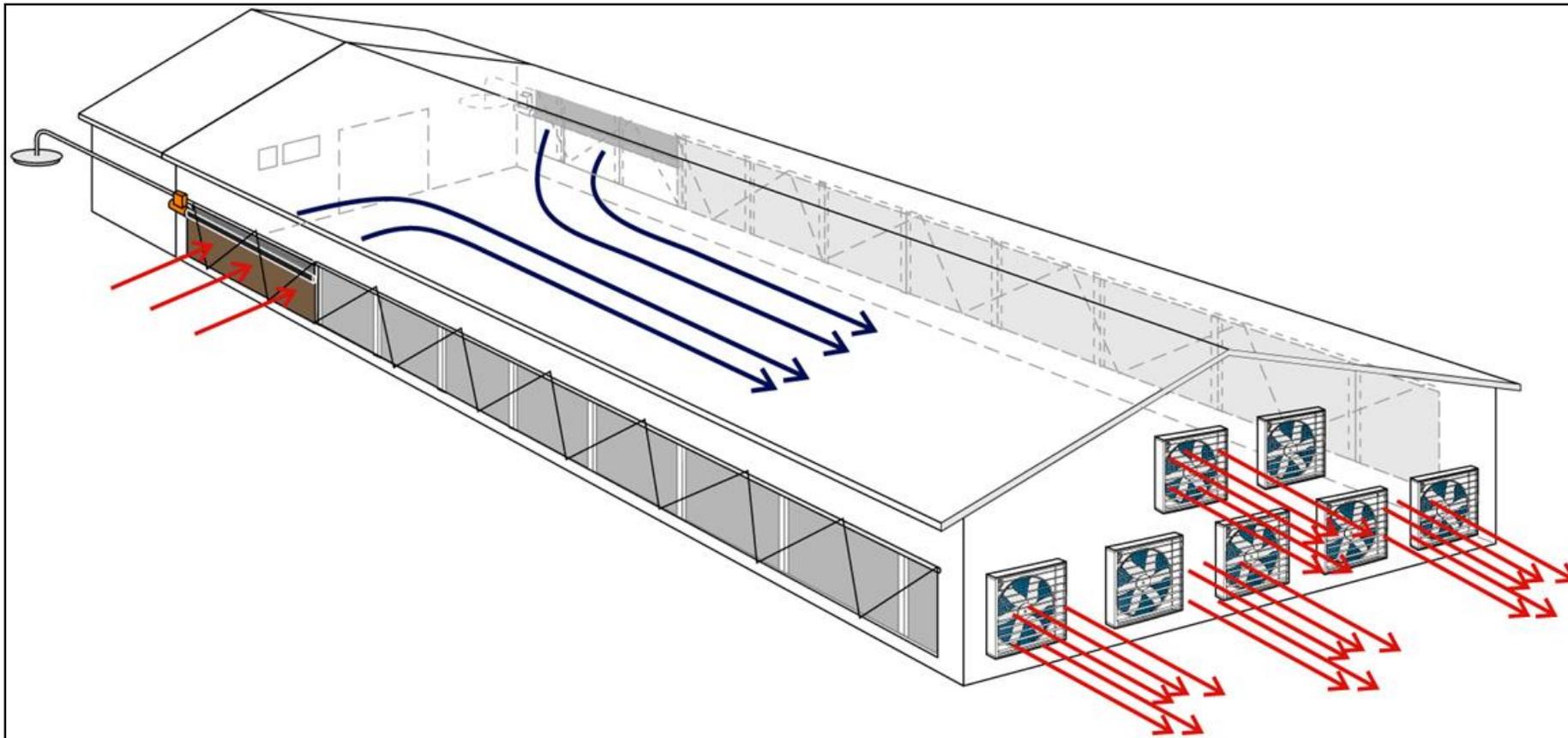
Valori di velocità dell' aria consigliati:

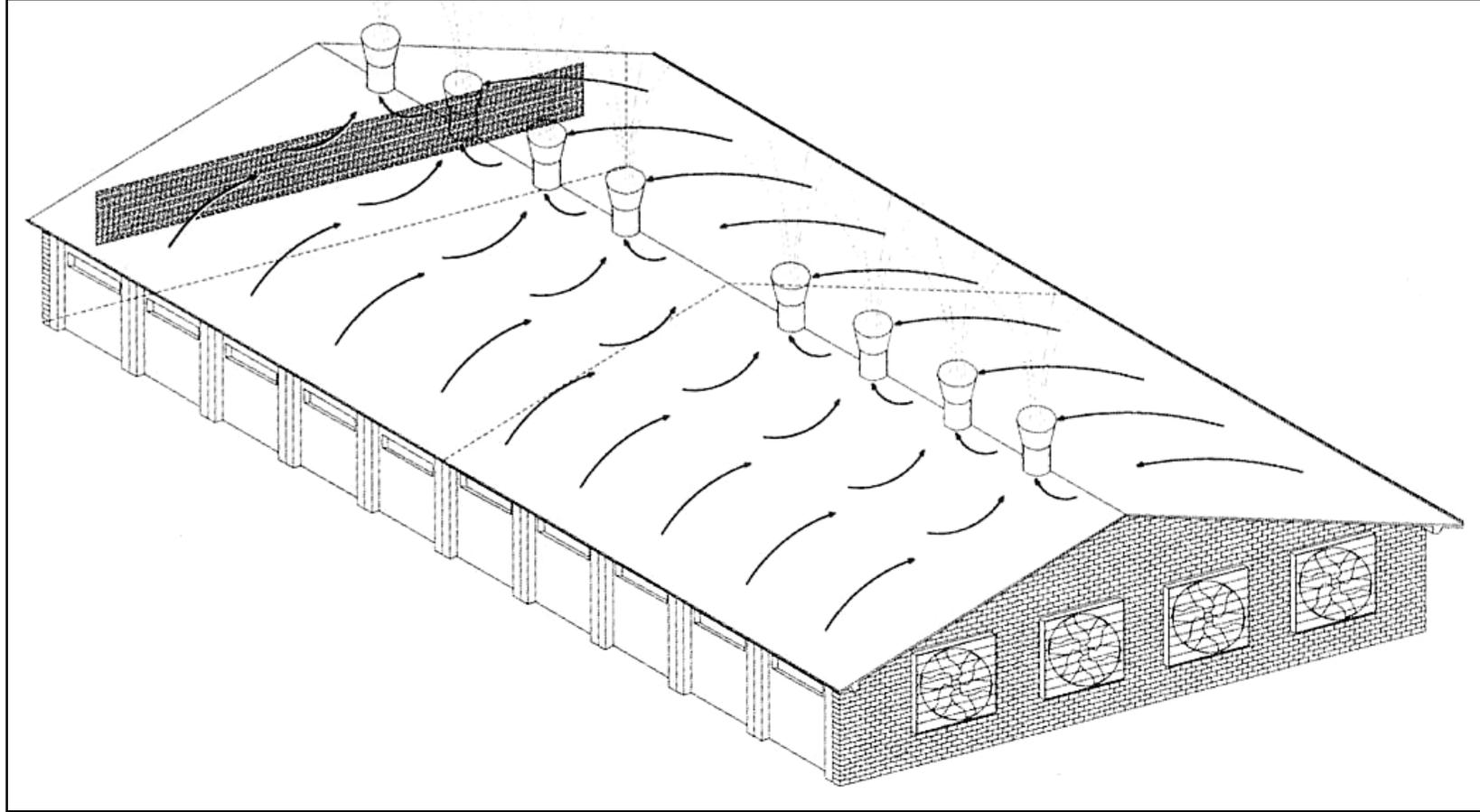
- nei periodi invernali 20-30 cm/s
- nei periodi estivi 200 - 500 cm/s

I ventilatori di grosso diametro



VENTILAZIONE LONGITUDINALE O A "TUNNEL"





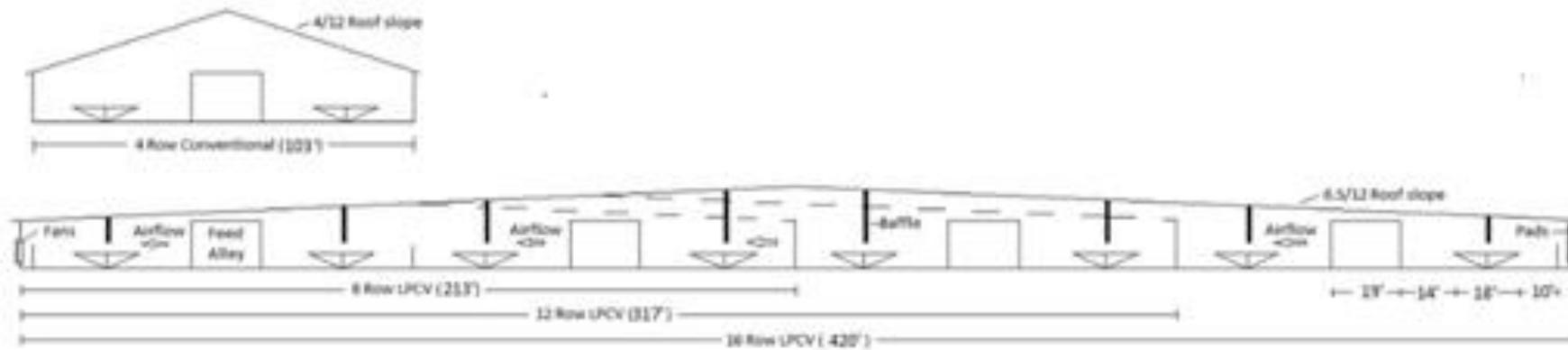
Tunnel Ventilation

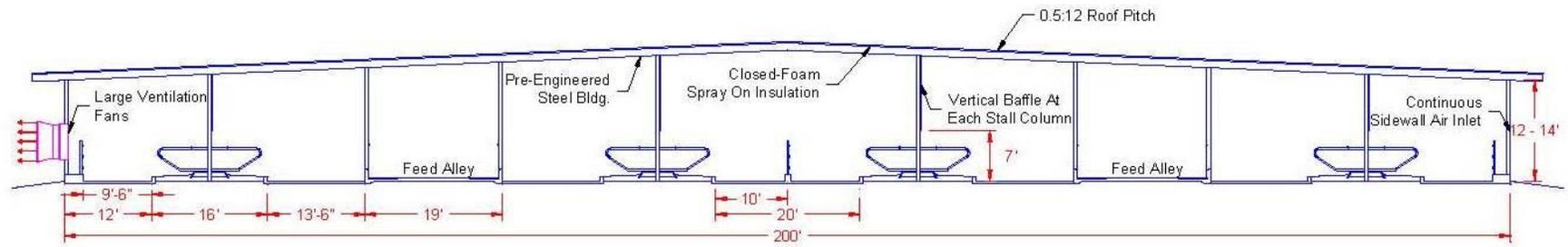




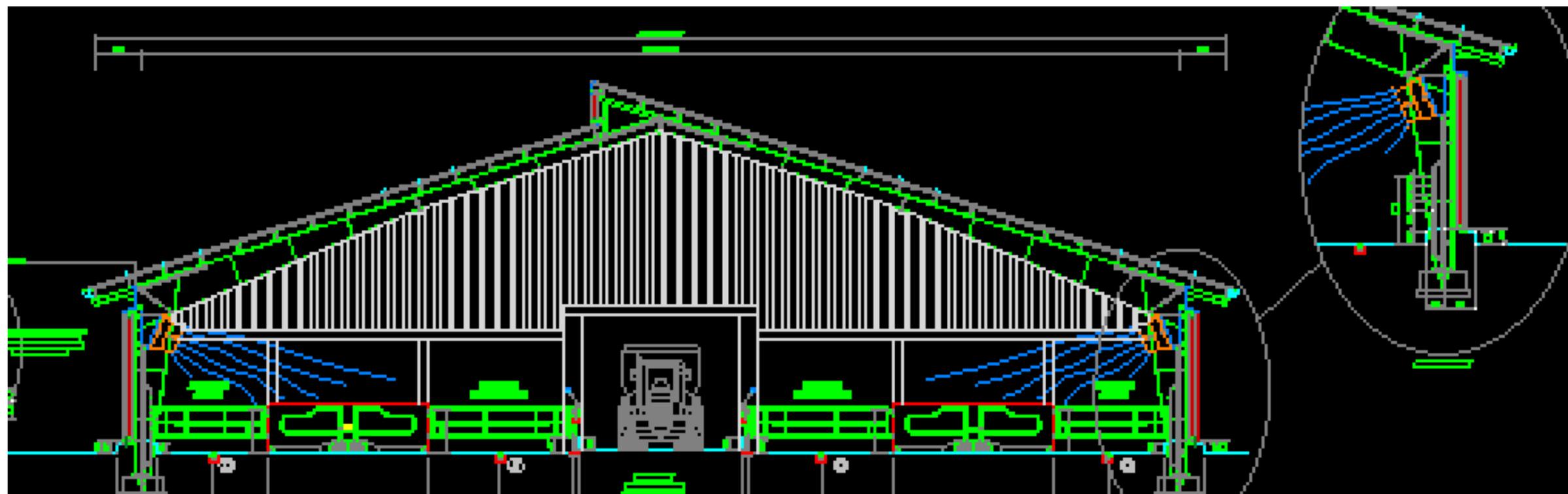
Le stalle per i grandi numeri

Tunnel Ventilation - Low Profile Cross Ventilation









Raffrescamento per conduzione



Il suolo della cuccetta con la rete di raffrescamento



Concludendo

La progettazione, momento di sintesi delle esigenze:

- del lavoro e della sua sicurezza;
- del benessere degli animali;
- di riduzione dell'impatto ambientale;
- di recupero delle risorse disponibili nei reflui;
- di resistenza e durabilità delle strutture...

...al fine di ottenere il miglior risultato gestionale possibile

Questa è la “progettazione zootecnica”

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

pierluigi.navarotto@unimi.it