

ti Dipartimento delle finanze e dell'economia
Divisione dell'economia



Miglioramento delle prestazioni d'essiccazione in fienile Diversi equipaggiamenti diverse soluzioni

Essiccazione del fieno in catasta

2 dicembre 2015

Fattoria del Faggio, Sonvico

**Francesco
Rezzonico**

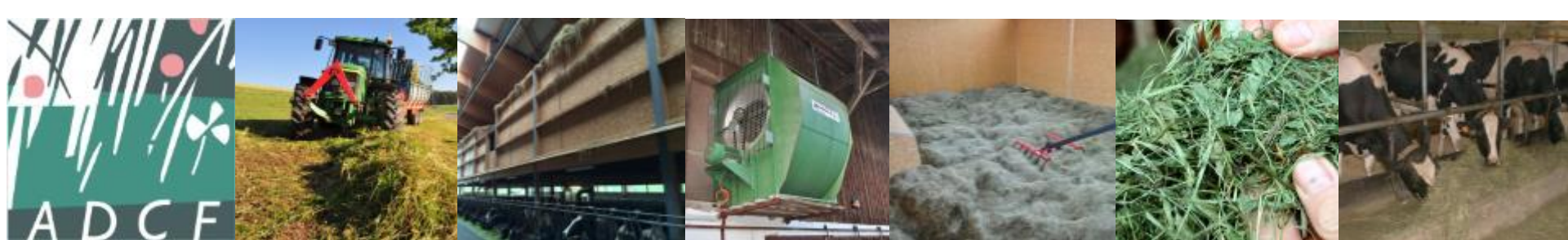
Franz Nydegger

Sylvain Boéchat



Repubblica e Cantone Ticino
Dipartimento delle finanze e dell'economia
Divisione dell'economia, Sezione dell'agricoltura
Ufficio della consulenza agricola

- **L'essiccatoio per il fieno**
Sylvain Boéchat, Agridea;
Francesco Rezzonico UCA
- **Miglioramento delle prestazioni:
differenti installazioni, differenti soluzioni**
Franz Nydegger;
Francesco Rezzonico, UCA
- **Miglioramento delle prestazioni:
aspetti economici ed energetici**
Pierre Aeby, IAG, Grangeneuve
Francesco Rezzonico, UCA



L'essiccatoio per il fieno

Riassunto dei concetti di base

Essiccazione del fieno in catasta

2 dicembre 2015

Fattoria del Faggio, Sonvico



**Francesco
Rezzonico**
UCA

**Sylvain
Boéchat**
Agridea

Repubblica e Cantone Ticino
Dipartimento delle finanze e dell'economia
Divisione dell'economia, Sezione dell'agricoltura
Ufficio della consulenza agricola

Premessa

Questo primo capitolo è un promemoria per rinfrescare i concetti di base dell'essiccazione del fieno in fienile prima di affrontare il tema del

Miglioramento delle prestazioni del fienile ventilato

I dettagli sono riportati nella pubblicazione

Agroscope transfer | N° 38 2014

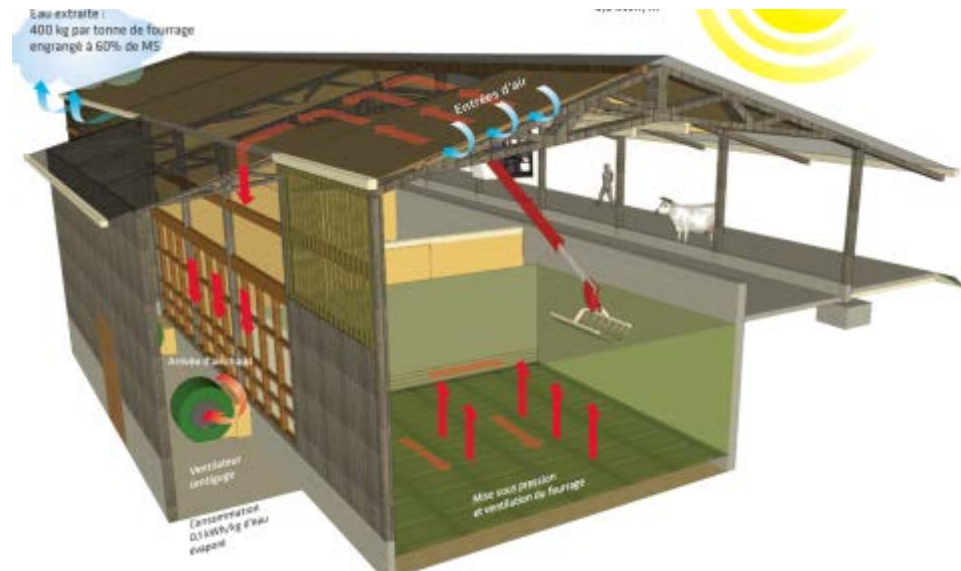
Direttive per la ventilazione del fieno in catasta



Indice - Concezione

Elementi da prendere in considerazione:

- Forma della catasta e dimensione
- Altezza finale della catasta
- Base e griglie
- Materiali
- Ventilatore
- Modo di carico



Forma della catasta e dimensioni

- Definire le dimensioni in base a necessità e superficie disponibile

$$\text{volume della catasta} = \frac{\text{quantità totale di fieno}}{\text{densità in kg/m}^3}$$

- Densità del foraggio

Dipende dalla composizione botanica, dallo stadio di raccolta, dal tasso di materia secca. Può variare molto /< 66 a > 95 kg/m³

- Cifre chiave

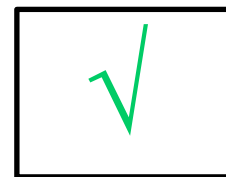
6-10 m² per UBG (senza silo, 16 gg. foraggiamento invernale)

14-24 m² per ha falciato e per taglio

- Dimensioni della base della catasta

- Idealmente quadrato o rettangolare (La/Lu 1:2)

- Se troppo grande, non rispetta le proporzioni e non permette una buona ripartizione del foraggio → prevedere più celle!



Forma della catasta e dimensioni

- Meglio 2 cataste di taglia diversa che 1 sola grande
 - Prezzo del ventilatore
 - Potenza necessaria e consumo di energia elettrica
 - Possibilità di ripartire quantità e qualità di foraggio, migliorando la flessibilità
- Volume del fienile, ca. 30 m³ per ettaro falciato
- Importante
 - Il volume totale dell'essiccatoio deve permettere lo stoccaggio totale del primo taglio
 - La superficie dell'essiccatoio deve essere adattata al volume del primo carico!

Ma attenzione! il primo carico deve raggiungere lo spessore minimo di un metro!

Altezza finale della catasta

● Altezza della catasta

Non dovrebbe superare i 5.5 metri

$$altezza\ catasta = \frac{volume\ catasta\ m^3}{superficie\ base\ m^2}$$

● Perché?

- Rende difficile diffondere l'aria in modo omogeneo attraverso il fieno
- Aumenta la densità del foraggio
- Aumenta il rischio di perdita di qualità del foraggio

Griglie e base della catasta

Garantiscono il passaggio e la distribuzione dell'aria sotto la catasta

Altezza dal suolo

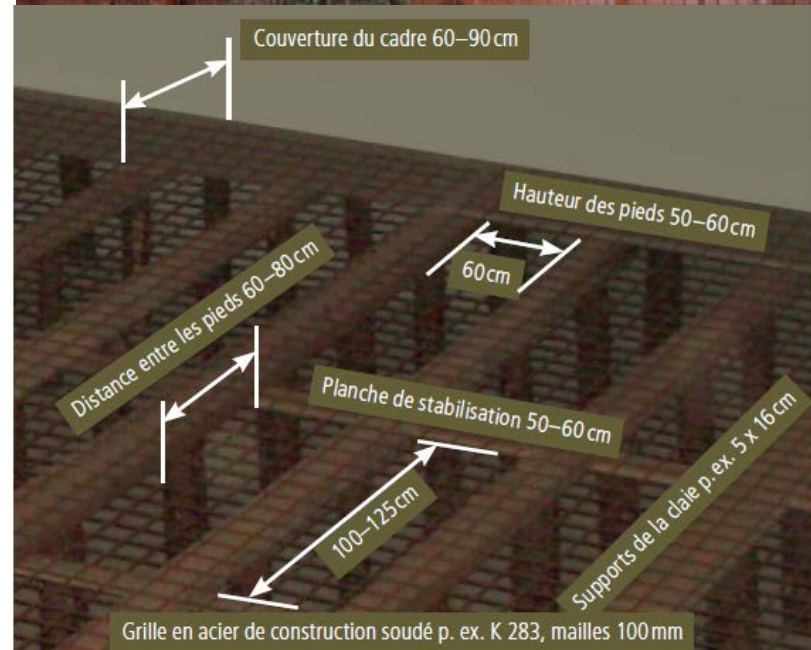
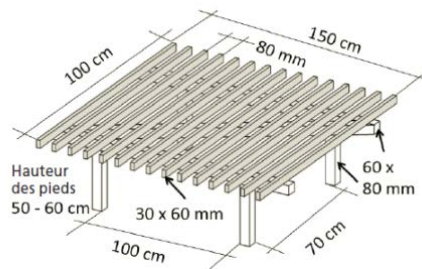
- base della catasta $< 100 \text{ m}^2$ → minimo 35 cm
- Altre superfici → da 50 a 60 cm

Bordo coperto lungo le pareti per evitare le fughe d'aria

- da 40 ad 80 cm



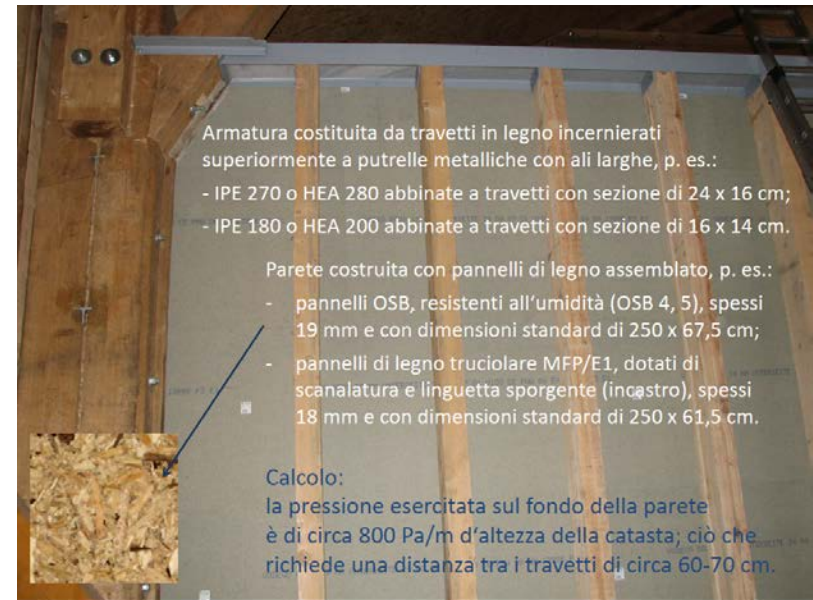
Diverse opzioni



Materiali ed organizzazione

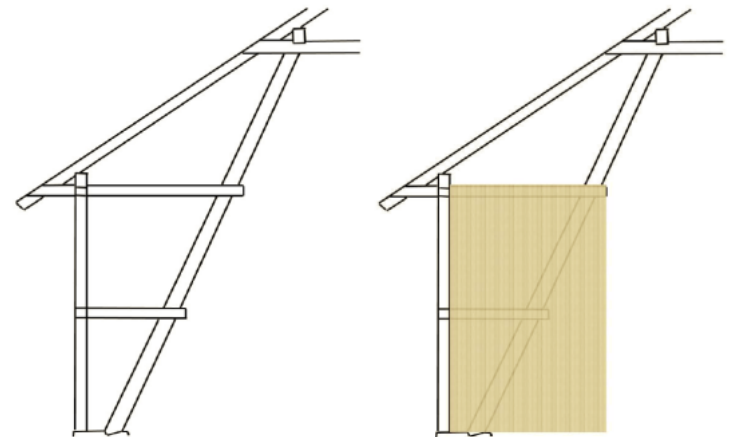
Le pareti

- Generalmente in pannelli di legno assemblato (OSB)
- Ermetiche e stagne (per evitare perdite)
- Resistenti alla pressione della catasta



Posizionamento

- Livello uniforme del suolo
- Evitare gli ostacoli (travi, angoli ecc.)
- Ricoprire le travi che non possono essere evitate



Materiali ed organizzazione

Il suolo

- Possibilmente impermeabile all'aria
- Evitare o ricoprire le parti in cemento con pannelli OSB 16-19 mm (raffreddamento aria su cemento 1° per 10 m)



Canale d'iniezione dell'aria

- Diverse varianti possibili
- Dimensioni in funzione della superficie della catasta
 - definizione dell'a sezione d'entrata dell'aria
 - definizione della lunghezza del canale

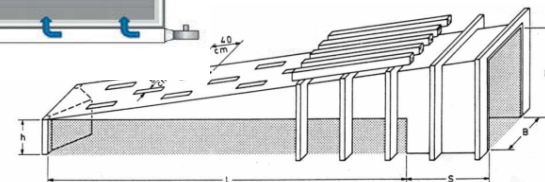
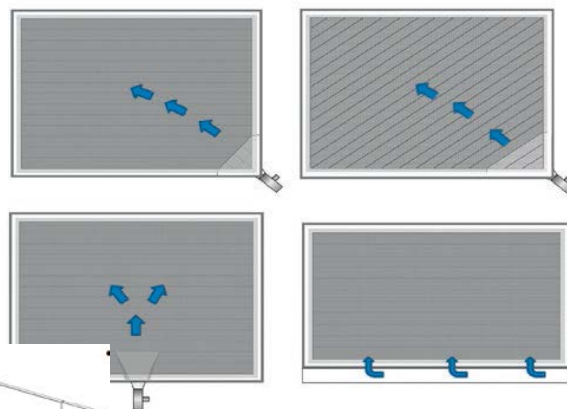


Fig. 13: La section $H \times B$ (hauteur du canal $\times$ largeur du canal) correspond à la surface $h \times L$ (hauteur $\times$ longueur de l'ouverture latérale); $S = DR$ selon tableau 3. Le canal est à dimensionner selon le tableau 11 et non pas selon les dimensions de la bouche de sortie du ventilateur.

Delimitare la catasta

Ventilatore - base

Un ventilatore adeguato garantisce una distribuzione omogenea e regolare dell'aria attraverso tutta la catasta

- Sceglierlo in base a superficie ed altezza della catasta
- Determinare il flusso e la pressione dell'aria fornita
- Adattare la potenza all'essiccatoio
 - se è troppo potente: cattiva ripartizione del flusso d'aria
 - se non è abbastanza potente: ventilazione/penetrazione dell'aria insufficienti, essiccazione scarsa e insufficiente

Flusso d'aria:	Velocità dell'aria	Pressione sulla catasta
0.11 m ³ /m ² /sec. MIN 0.07 m ³ /m ² /sec	~ 5 m / sec.	~ 0.8 mbar /m catasta (catasta 5 m → 4 mbar)

1 mbar =
100 Pa

Dotazioni
supplementari:

- Collettore solare → + ~ 1.2 mbar
- Pompa calore, deumidificatore → + 1.5 mbar
- Scambiatore di calore -- > + ~ 0.8 mbar

Ventilatore – potenza e gestione

I dati di riferimento sono pubblicati da Agroscope (anche se ultimamente la frequenza è diminuita)

<http://www.agroscope.admin.ch/tierhaltung/06683/06942/index.html?lang=fr>

FAT/ART				2	3	4	5	6	7	8	mbar	dB(A)	
928T	Barth	906	min ⁻¹	16.4	15.4	14.4	13.5	12.2	11.1	10.0	m ³ /s	66	V/A
1983	Ventomat	10.0	kW	10.0	10.8	11.3	11.7	11.8	11.9	11.9	kW	68	S/L
RD	R-3K	11.5	mbar	33	43	51	58	62	65	67	%		

Caratteristiche tecniche
del ventilatore

Proprietà del ventilatore (flusso,
potenza assorbita, rendimento) a
diverse pressioni dell'aria (da 2 a 8
mbar)

Rumore

Criteri di scelta

- potenza media: ~0.11 kW /m² di superficie catasta
- Assicurare il flusso quando aumenta la pressione!



Nel caso di grandi volumi,
prevedere un variatore di
frequenza

Controllo durante l'essiccazione

- Verifica della pressione
- della compressione della catasta



Ventilatore – Entrata ed uscita dell'aria

Volume d'aria spostato

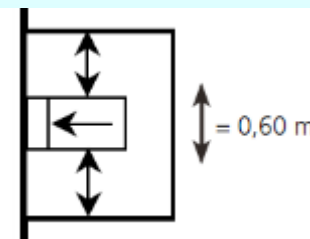
- il ventilatore introduce **per ora** un volume d'aria che corrisponde a **~ 90 volte** il volume della catasta

Cassone del ventilatore

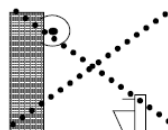
- Lo spazio libero dev'essere uguale al diametro del ventilatore



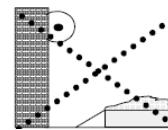
se $d = 60 \text{ cm} \rightarrow$



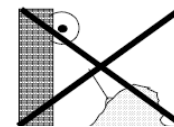
Evitare di aspirare aria umida o viziata



fontana



letamaio



aria viziata del
fieno che secca

Prevedere delle superfici per l'evacuazione dell'aria immessa

devono essere il doppio della superficie d'aspirazione

- Es. catasta di 100 m^2
- aspirazione 2 m^2
- evacuazione 4 m^2

**L'aria evacuata
non deve
essere
risucchiata nel
ventilatore**

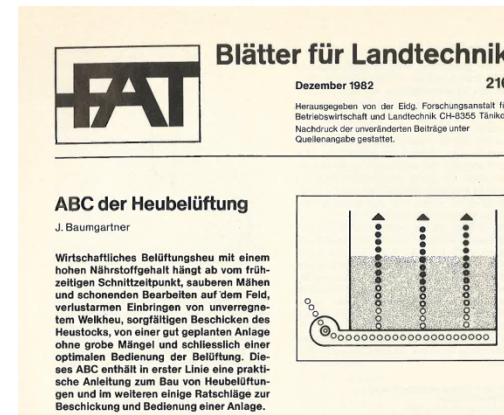
Carico della catasta

- **L'erba non deve essere né troppo umida (< 50% SS – troppa acqua da evacuare) né troppo secca (> 75% SS – rischio di perdite per sbriciolamento)**
- **Bisogna ripartire il foraggio in forma omogenea e regolare**
 - generalmente il soffiatore con ripartitore è più efficace della gru
- **Spargimento sulla catasta → Tappa chiave**
 - Un responsabile!
 - Prendersi il tempo necessario
- **Realizzare il carico in forma regressiva**
 - primo carico, minimo 1 m, massimo 2 metri
 - ultimo carico, massimo 50 cm



Conclusione

- I principi di base dell'essiccazione in fienile sono le stesse da molto tempo
 - ABC della ventilazione del fieno – Rapporto FAT 216 (1982)
 -
 - Agroscope Transfer 38 – Direttive per la ventilazione del fieno in catasta (2015)
- Le evoluzioni recenti riguardano
 - la dimensione dei fienili
 - l'adattazione ed evoluzione di certi materiali (es. griglie)
 - **Il miglioramento delle prestazioni d'essiccazione per mezzo di fonti di calore o di deumidificatori**



Miglioramento delle prestazioni: differenti installazioni, diverse soluzioni

Essiccazione del fieno in catasta

2 dicembre 2015

Fattoria del Faggio, Sonvico



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

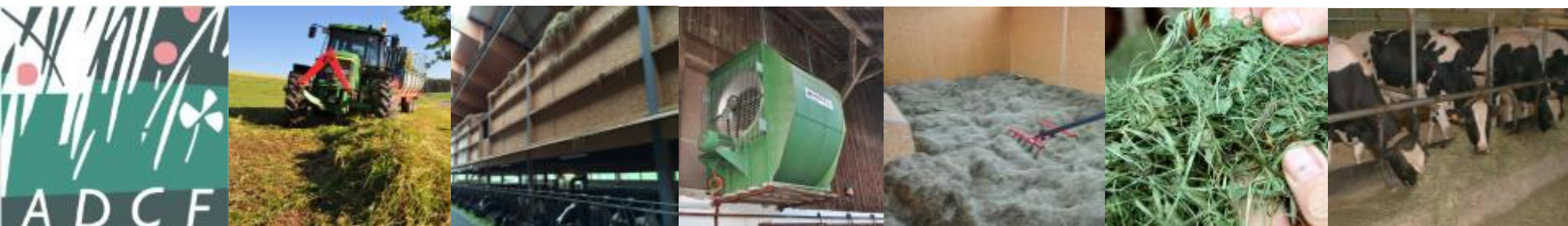
**Francesco
Rezzonico
UCA**

**Franz
Nydegger
Agroscope**

Repubblica e Cantone Ticino
Dipartimento delle finanze e dell'economia
Divisione dell'economia, Sezione dell'agricoltura
Ufficio della consulenza agricola

Essiccazione in fienile 2015

Miglioramento delle prestazioni: differenti installazioni, diverse soluzioni



1. Recupero di calore dal sottotetto



○ 1. Recupero di calore dal sottotetto (RCST)

Un collettore di 100 m² cattura circa 12'000 kWh all'anno, ossia l'equivalente di 1'200 litri di nafta.

Resa energetica = 20% (fino al 30%) tra energia solare e energia nell'aria riscaldata,

per un tetto in lamiera = 200 a 350 W / m², per un irraggiamento medio del sole di 800 W / m²

Fonte : Nydegger, corso Agridea 2011

1. Recupero di calore dal sottotetto (RCST)

Sezione d'aspirazione
= Fattore spesso limitante !

Sezione necessaria = portata d'aria
necessaria / velocità dell'aria desiderata

es.: $11 \text{ m}^3/\text{sec}$ e $\text{m}^2 / 4 \text{ m/sec} = 2.75 \text{ m}^2$

Sezione disponibile = spessore dei listoni
 $\times$ luce tra i listoni $\times$ n° intervalli

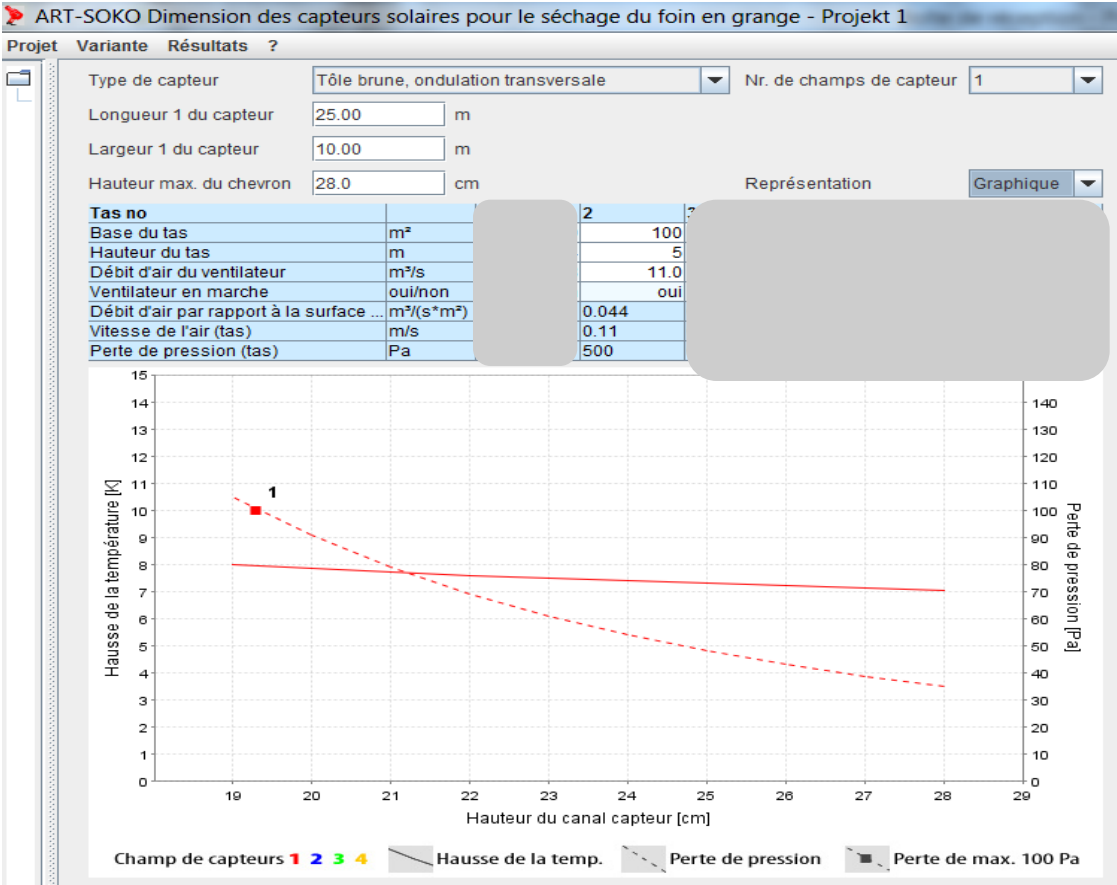
es.: $0.22 \text{ m} \times 0.9 \text{ m} \times 10 \text{ intervalli} = 1.98 \text{ m}^2$



Foto: Wirleitner 2013, Riflessioni per la pianificazione di un impianto d'essiccazione

Effetto dello spessore dei listoni (esempio)

Sezione d'aspirazione necessaria = 2.75 m²



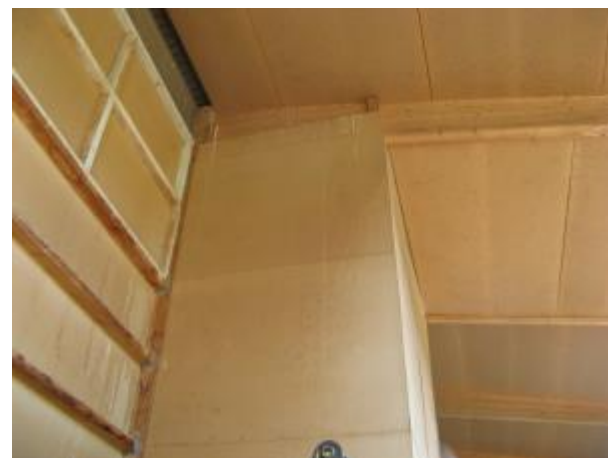
Fonte della tabella : SOKO

Sfruttamento relativo dell'irraggiamento solare a dipendenza della pendenza e dell'orientamento del tetto

(in % rispetto ad un'esposizione sud con pendenza di 20°)

	10°	20°	30°	40°	50°
Pieno sud	98%	100%	99%	96%	89%
Est-ovest	91%	88%	84%	79%	72%
Pieno nord	85%	74%	62%	47%	32%

Il pannello orientato a nord può comunque apportare del calore !



Carico massimo per un essiccatoio

Dipende dalla massa d'acqua presente nel fieno caricato.

Di principio: con aria fredda : <50 litri d'acqua/m² essiccatoio

con aria calda : <60 litri d'acqua/m² essiccatoio

Esempi : Carico di 2 m d'altezza con fieno al 60% SS in un essiccatoio con collettore solare = 66 l acqua/m².

Carico di 3 m d'altezza con fieno al 75% SS in un essiccatoio con collettore solare = 60 l acqua/m².



Fonte : Rapporto ART 168

1. Recupero di calore dal sottotetto (RCST)

Investimenti

Tra 15'000 e 20'000 franchi supplementari

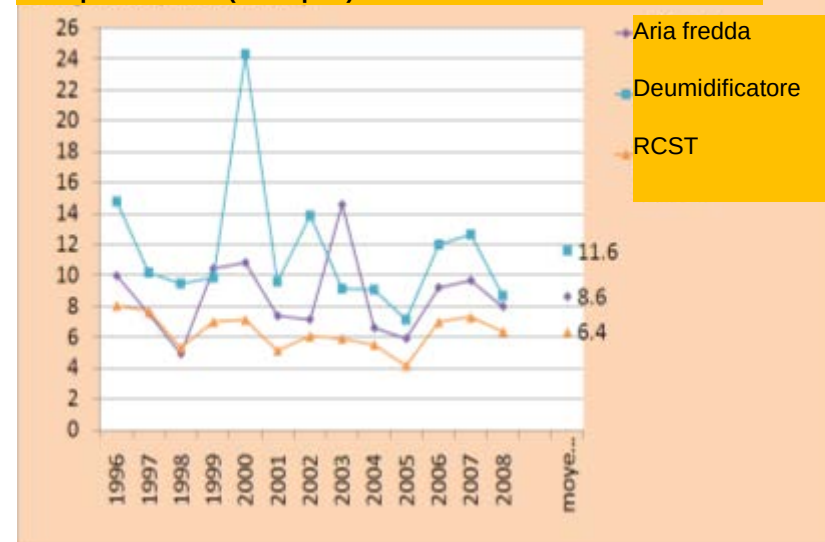
Es.: costi supplementari per una lamiera semplice + RCST OSB = +15 fr/m²

Considerare un fabbisogno in potenza del ventilatore da + 15 a + 25%

Consumo minore di elettricità: da - 35 a - 50%



Consumo di energia elettrica di 3 impianti per la ventilazione del fieno presso l'IAG (kWh/q SS)



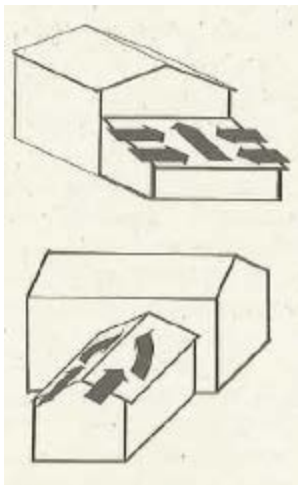
2. Recupero di calore da sotto le celle fotovoltaiche

Principio identico a quanto visto per il sottotetto

Guadagno termico medio ~ eternit

Potenza recuperata = fino a 4 kWh par m² in estate
(per 0.77 kWh di corrente elettrica.

Fonte : Nydegger, corso Agridea 2011



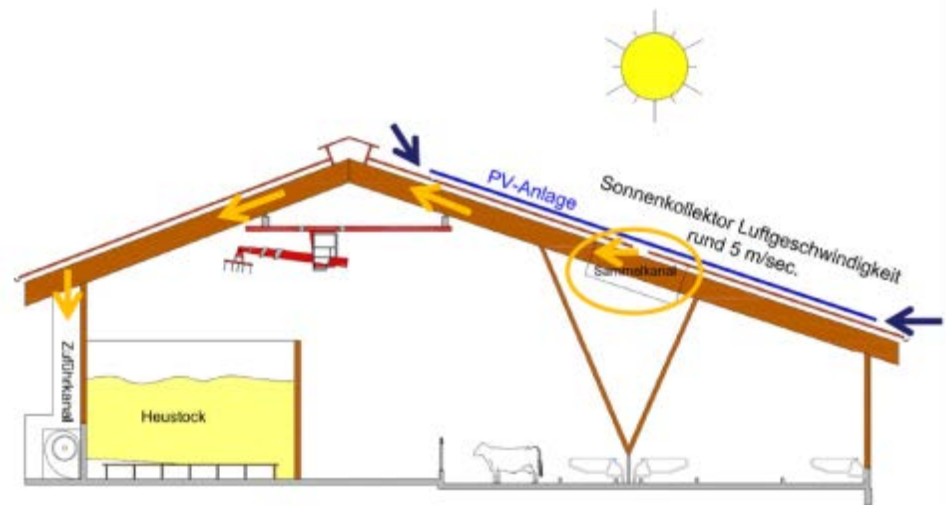
Fonte foto: internet

2. Recupero di calore da sotto le celle fotovoltaiche

... ma soluzioni diverse

Aspirazione: lungo le falde o alla base del tetto

Canale collettore: centrale, in mezzo al tetto o sotto il colmo



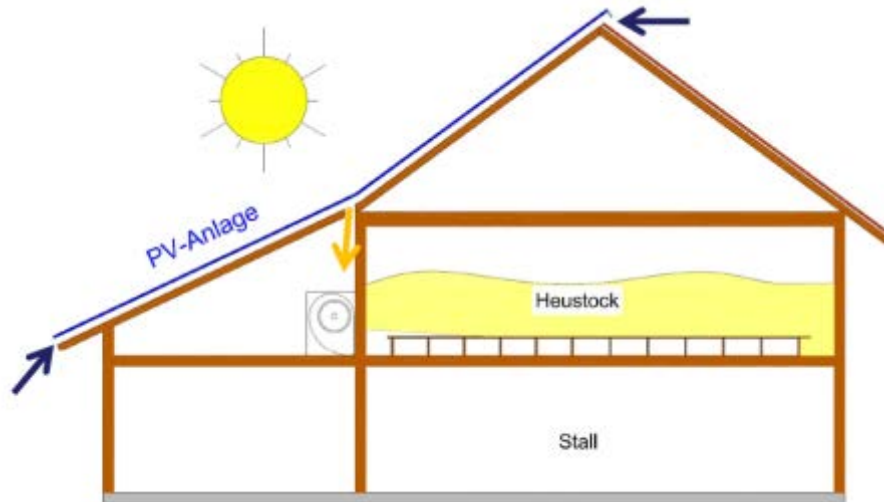
Fonte schema : Walthert, applicazione termica di impianti fotovoltaici

2. Recupero di calore da sotto le celle fotovoltaiche

... ma soluzioni diverse

Aspirazione: lungo le falde o alla base del tetto

Canale collettore: centrale, in mezzo al tetto o sotto il colmo



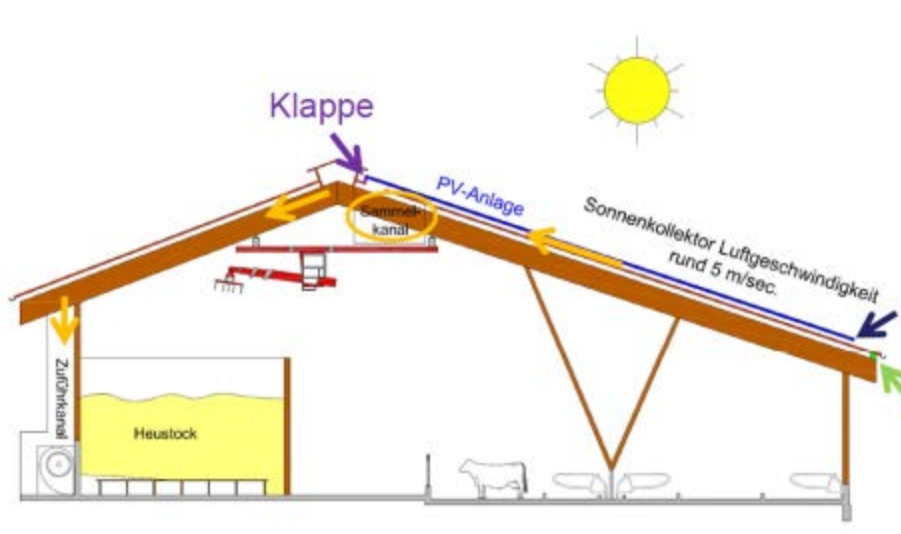
Fonte schema : Walthert, applicazione termica di impianti fotovoltaici

2. Recupero di calore da sotto le celle fotovoltaiche

... ma soluzioni diverse

Aspirazione: lungo le falde o alla base del tetto

Canale collettore: centrale, in mezzo al tetto o sotto il colmo



Fonte schema : Walthert, applicazione termica di impianti fotovoltaici

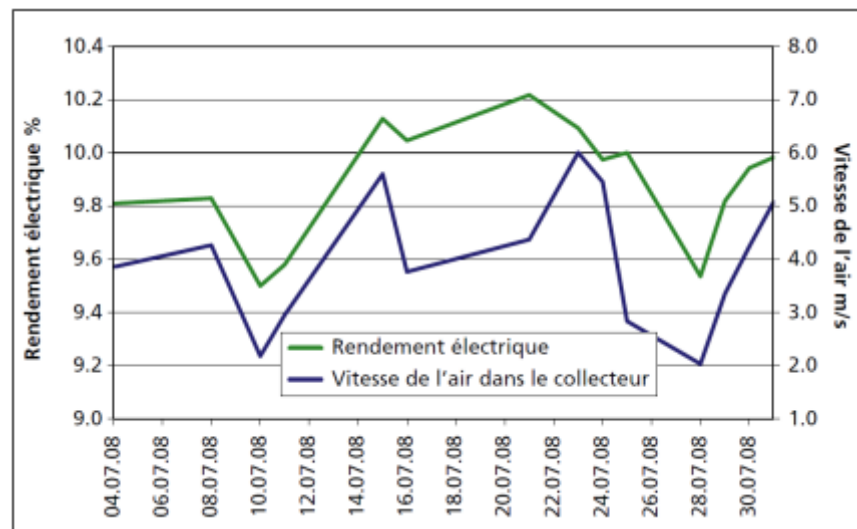
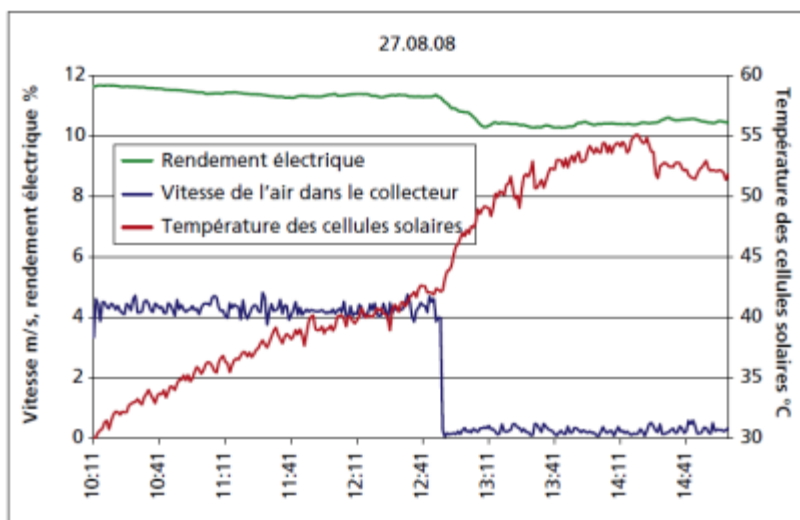
2. Recupero di calore da sotto le celle fotovoltaiche

Il rendimento elettrico è superiore se l'aria circola

+0.3 à + 0.5% per grado perso

corso Agridea 2011

Fonte : Nydegger,



Fonte dei grafici : van Caenegem et al., rendimento termico di impianti fotovoltaici integrati nel tetto, 2009

○ 2. Recupero di calore da sotto le celle fotovoltaiche

Protezione incendio

«Rivestimento continuo, a tenuta stagna contro la polvere, indice incendio >4.2, densità di 450 kg/m³ e spessore minimo di 10 mm»

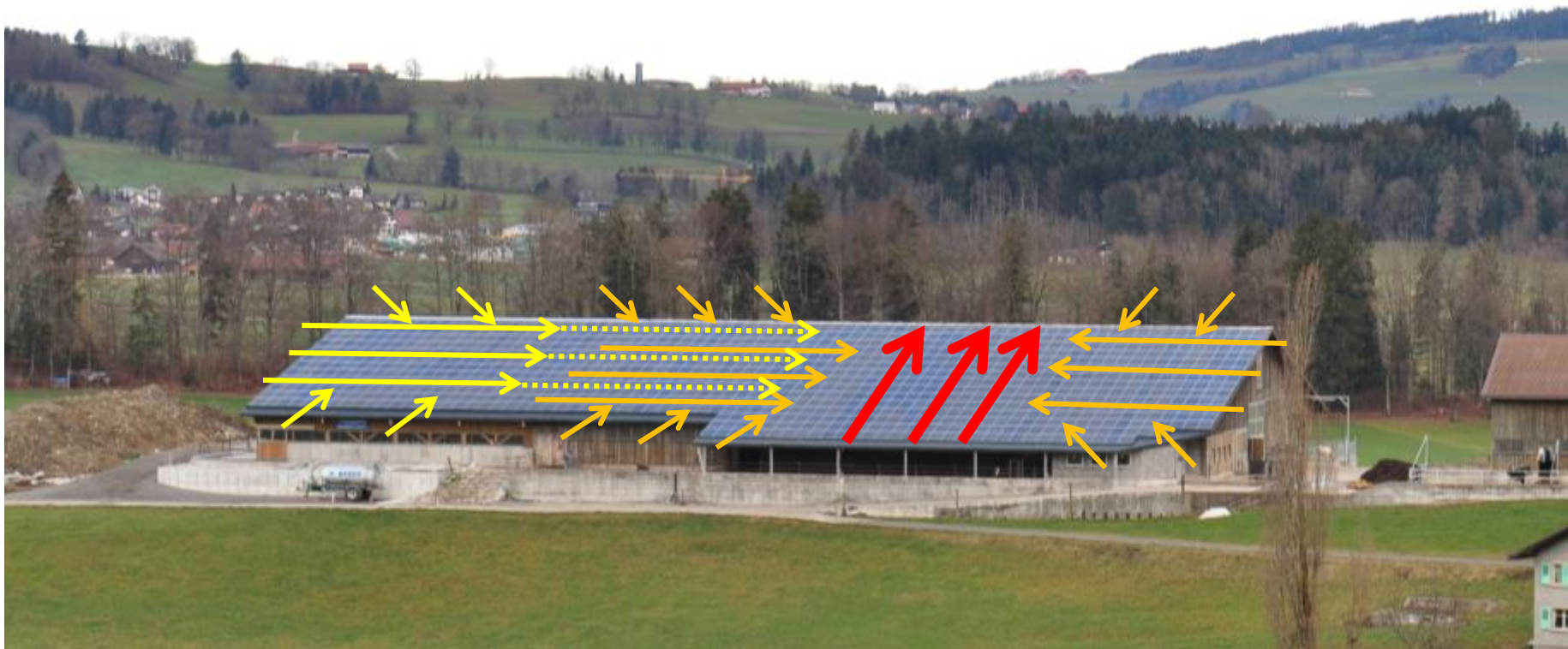
Fonte : ispezione cantonale contro il fuoco,
comunicazione personale 2014



2. Recupero di calore da sotto le celle fotovoltaiche

Esempio: azienda Sébastien Grandjean, Epagny





Cellule fotovoltaiche in moduli integrati al tetto



Listonatura sul vecchio rivestimento del tetto



Aspirazione sulla facciata nord

Riscaldamento 26 m di lunghezza (5 x 5.2 m)

e 2 aperture sulla facciata sud

Riscaldamento 22 m di lunghezza (4 x 5.5 m) nella nuova ala
+ riscaldamento su 20.8 m (4 x 5.2 m) con tetto in eternit



Canale collettore come per RCST «classico»

Infatti è lo stesso canale del vecchio RCST.

3. Bruciatore a nafta

Buon mercato all'acquisto < 10'000 franchi

Utilizzazione flessibile

- Da una cella all'altra
- Adattabile al vecchio edificio
- Utilizzabile nei giorni di pioggia o di notte



Efficace

- evaporazione media = 2.2 g acqua/m³ aria contro 1.7 g con recuperatore e 1.0 con aria fredda

(Nydegger, 2011)

3. Bruciatore a nafta

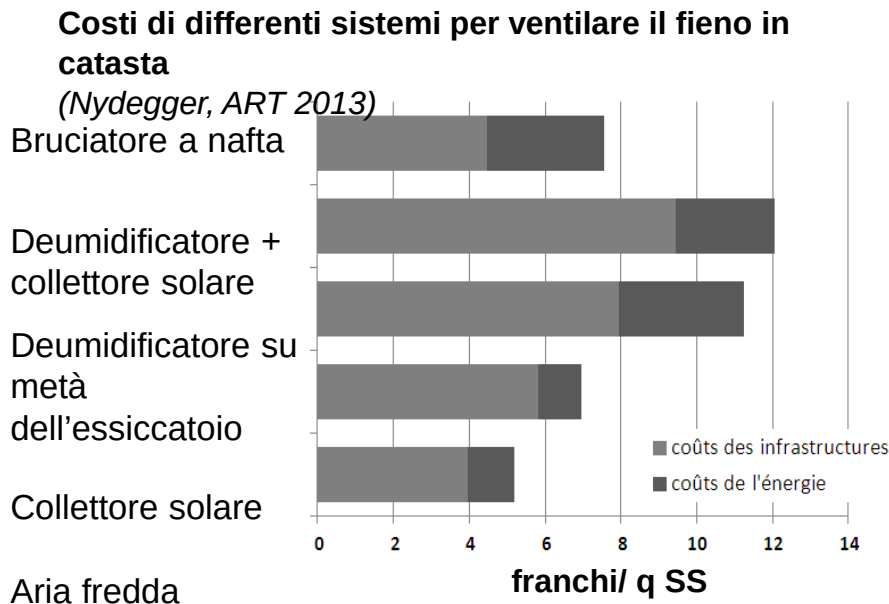
Ma consumo importante!

In media, consumo da 10 a 15 litri di nafta per ora di riscaldamento

(fonte : Rémi Pléau e al., ADEME 2011)

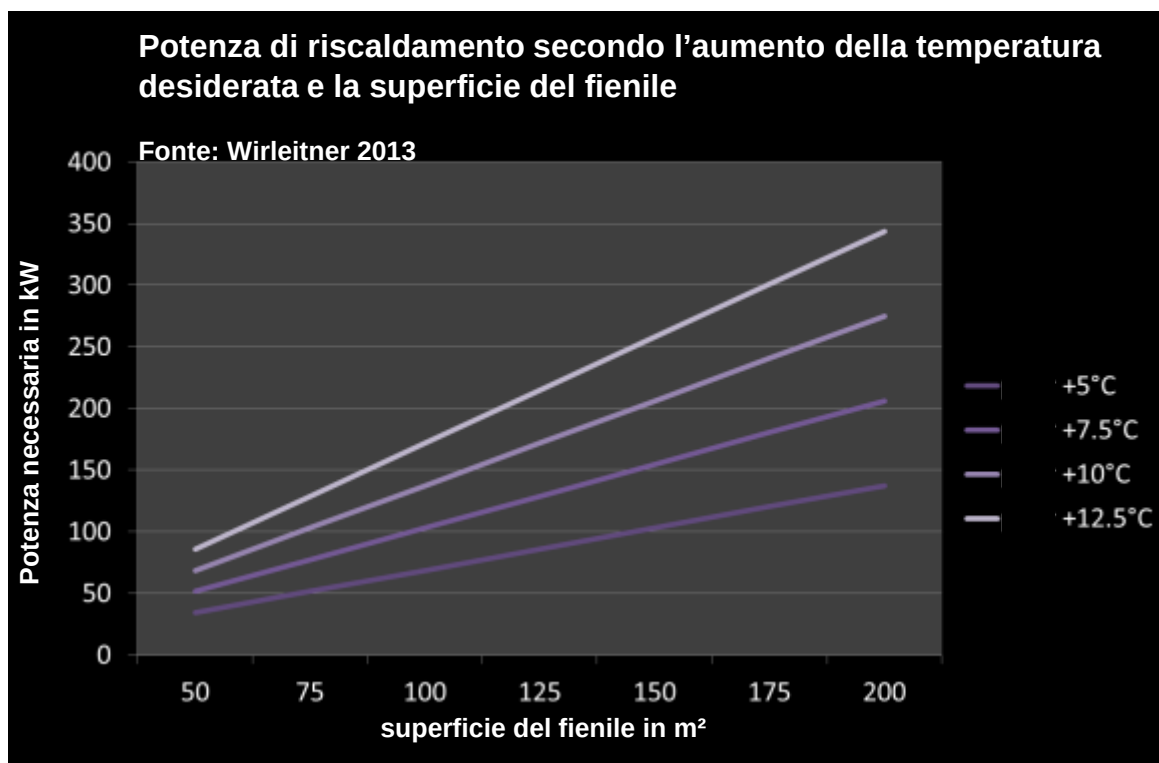
o 10 (6-12) litri di nafta / m³ di fieno

(fonte : inchiesta



Fabbisogni di potenza elevati

Regola base : serve una potenza di 12.5 kW per riscaldare di 1 grado Celsius 10 m³ d'aria.



3. Bruciatore a nafta

Attenzione a non scaldare troppo l'aria

Obiettivo = +10 gradi C fino ad un massimo di +15 gradi C rispetto all'aria ambientale

- *Consumo elevato*
- *L'aria calda non si mischia con quella fredda*
- *Rischi di condensazione lungo le pareti dell'essiccatoio, sullo strato superiore del fieno e/o sotto il tetto.*
- *Diminuzione della digeribilità delle proteine se >45 gradi °C*

3. Bruciatore a nafta

Esempio: azienda Stéphane et Jacques Moura,
Grandvillard



Essiccatoio in fienile

3 celle di 9 m x 9.5 m ognuna



Ventilatori

Wild A7 11 kW

Zumstein R12 11 kW



Descrizione del bruciatore

1 unità da 110 kW, 95'000 Kcal/h

Mobile

Consumo nafta = 1'000 litri/anno



Discussione

- Consumo
- Aspirazione da un solo lato!
- Aspirazione gas di scarico?

○ 4. Bruciatore a legna

Due opzioni principali

1. Stufa a legna con calore diretto
2. Bruciatore a legna con produzione d'acqua calda e scambiatore di calore



Stufa a legna con calore diretto

- Non cara all'acquisto (60 kW per 80 m²) : <10'000 CHF
- Lavoro quotidiano
- 1 m³ legna/giorno per 80 m²
- Guadagno termico: +8 a +10 °C



Bruciatore a legna con acqua calda e scambiatore di calore

- Bisogni in potenza molto elevati :

Promemoria : necessari 12.5 kW per scaldare di +1 grado Celsius 10 m³ d'aria.

- Costi molto elevati > 30'000 franchi
- Ammortamenti se ulteriore fabbisogno di riscaldamento



5. Recupero di calore Recupero di calore a partire dal biogas

Esempio: azienda Michel Roy, Porrentruy



Descrizione

Entrata in funzione dell'impianto per la produzione di biogas alla fine di marzo 2008.

Accoppiamento forza-calore di 190 kW elettrici e 210 kW termici.

Messa in esercizio d'un secondo motore di pari potenza a febbraio 2012.

Scambiatore e ventilatore



Scambiatore di calore da 401 kW

Ventilatore Zumstein RLZ 130, motore da 22 kW (30 CV)

Essiccatoio e uscite



Essiccazione in fienile in un silo trincea lungo 25 m, largo 5.5 m e alto 5 m = circa 680 m³.

Benne e griglie



Posa d'un secondo impianto per l'essiccazione di trucioli e di cereali.

Due benne possono essiccare assieme .

Accoppiamento e variatore



6. Recupero di calore da un generatore

Il generatore fornisce la corrente elettrica per il ventilatore (amperaggio insufficiente sulla rete) e il calore per riscaldare l'aria (cassone chiuso).



7. Deumidificatore

- ▶ **Velocità dell'aria** < 4 m/sec nel condensatore
- ▶ **Rapporto potenza deumidificatore/ventilatore**
almeno 0,75/1
fino a 2,5/1
- ▶ **Condizioni di lavoro** : cattive se temperature basse o se
umidità relativa dell'aria < 40 %
- ▶ **Eventuali altre fonti di calore** : posizionarle dopo il
deumidificatore



Source : Wirleitner 2013

7. Deumidificatore

- ▶ **Condensazione** : da 1 a 4 g d'acqua / m³ d'aria
- ▶ **Riscaldamento** : da +1 a +8 °C
- ▶ È il cumulo di questi 2 fattori che ne moltiplica la capacità



Combinazione deumidificatore / recuperatore di calore sottotetto

Ma ne vale la pena?

Paragone della qualità del fieno – Prova Gumpenstein 2010-12

Fonte : Resch, 2014, Influssi di differenti sistemi d'essiccazione sulla qualità del foraggio grossolano

	<i>n</i>	Sostanza azotata	Fibra Grezza	Zuccheri	Ceneri	Carotene
Essiccazione al suolo	66	140.5 a	233.1	134.6	90.3	71.5 a
Ventilazione ad aria fredda	66	142.8 ab	234.2	139.4	89.5	97.1 b

	<i>n</i>	DSO	NEL	Odore	Colore	Struttura
Essiccazione al suolo	66	67.8 a	5.55 a	2.4 a	3.4 a	6.3 a
Ventilazione ad aria fredda	66	69.2 b	5.71 b	3.4 b	4.5 b	6.8 b
Deumidificatore	66	69.8 b	5.77 b	2.8 ab	4.2 b	6.9 b

NB1: qualche problema tecnico con il deumidificatore.

NB2: Notevole influsso tra il sistema di conservazione e l'annata o il n° dello sfalcio.

7. Deumidificatore

Esempio: azienda Vincent Huwiler, Semsales



Altitudine

- Media a 800 m
- Regione abbastanza fredda e tardiva

Superficie

- SAU : 44 ha prati (compreso appassimento Blonay+St-Légier a 1200) (di cui 5 ha SPB + 39 ha di prati intensivi)

Effettivo animali (al 31.01.2015)

- 35 vacche
- 9 manzette da 1 a 2 anni
- 9 vitelli da 3 mesi a 1 anno
- 3 incroci con razza da carne

Livello produttivo (secondo federazione Holstein 2014)

28 vacche : 9'053 kg di latte a 3.73 di grasso e 3.03 di proteine

NRG : plan d'alimentation – J. et V. Huwiler

Tél. : ...

Portable : 078/640 46 15



La ration de base

Corrections de l'ingestion :

- Multipares : 110% + 1.2 kg
- Primipares : 106% + 0.8 kg

Libellé	Qté. MS	Qté. MB	à vol.	Prop.	MS	CB	NEL	PAI	PAIN	MA	Ca	P	Mg
Foin	9.95	10.82	☒	50	92.0	269	5.7	82	77	121	1.8	3.2	2.5
Regain	9.95	10.82	☒	50	92.0	240	5.6	91	92	145	1.3	4.0	2.9
Apport total	19.91	21.64				5 067	112.5	1 722	1 682	2 648	140.4	71.7	53.8
Couverture							85 %	91 %	89 %		112 %	85 %	183 %
Concentration						255	5.7	87	85	133	7.1	3.6	2.7
Lait Permis							23.5	26.1	25.3		35.1	21.7	78.0

Essiccazione in fienile (attuale)

1 cella di 47 m^2 ($4.5 \text{ m} \times 10.5 \text{ m}$) * 6 m H
 $= 282 \text{ m}^3$

1 cella di 136 m^2 ($13 \text{ m} \times 10.5 \text{ m}$) * 6 m H
 $= 819 \text{ m}^3$

1 solo ventilatore di 9.5 kW



Deumidificatore

Potenza di 9 kW

Rapporto DZU/ventilo $\approx 1/1$



Grangeneuve

Institut agricole de l'Etat de Fribourg

Giornata fienile ventilato 2015

Vantaggi

Qualità del foraggio eccezionale

Non legato alla meteo del giorno dopo

Funziona di notte

Permette di mettere in cascina del foraggio relativamente umido

Foraggio molto appetibile

Riduzione del tempo di ventilazione

Svantaggi

Costi d'acquisto e costi di funzionamento

Portata del cantiere legata alla capacità dell'essiccatoio

Limite di funzionamento in autunno a basse temperature

Sistema attuale sottodimensionato (riscaldamento a nafta in caso di guasto)

Ingrandimento con la nuova stalla, installazione d'un nuovo deumidificatore

Messa in cascina

Altezza dello sfalcio 10 cm

Foraggio lavorato con la pirouetté 2x :

- 1x per spargere le andane formate dalla falciatrice
- 1x per rivoltarlo.
- 1x in più se si è ad inizio fienagione

Ranghinatura abbastanza veloce al momento della raccolta
= ultimo effetto « colpo di pirouette »

Deumidificatore secca l'ultimo % d'umidità

Dare grande importanza alla ripartizione del foraggio
nell'essiccatoio!

Controllo della pressione dell'aria

Questa apparecchiatura indica il grado di essiccazione

Indica se una parte della catasta è più secca o se l'aria passa attraverso delle parti umide.

Indica pure se il filtro è sporco

Comunque, l'ultimo mezzo di controllo = valutazione personale sulla catasta.



8. Riscaldamento a pavimento: musica del futuro?

Esempio: essiccatoio di 200 m² di superficie

Collettore solare sottotetto

Caldaia a legna di 60 kW

Accumulatore di 3'500 litri d'acqua a 90 °C

Raccordo di 10 metri

Riscaldamento a pavimento di 2'500 metri di tubi nel cemento.

Source : Nydegger et Boéchat, corso Agridea 2011



8. Riscaldamento a pavimento

O raffreddamento a pavimento ?

Raffreddamento di 1 grado Celsius ogni 10 metri di cemento.

Fonte : Nydegger,
comunicazione personale 2013



Miglioramento delle prestazioni: differenti installazioni, diverse soluzioni

Essiccazione del fieno in catasta

2 dicembre 2015

Fattoria del Faggio, Sonvico



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Grangeneuve

Institut agricole de l'Etat de Fribourg IAG

Landwirtschaftliches Institut des Kantons Freiburg LIG

**Francesco
Rezzonico
UCA**

**Pierre
Aeby
Graneneuve**

Repubblica e Cantone Ticino

Dipartimento delle finanze e dell'economia

Divisione dell'economia, Sezione dell'agricoltura

Ufficio della consulenza agricola

Differenti sistemi

1. Recupero di calore dal sottotetto



Grangeneuve

Institut agricole de l'Etat de Fribourg

Giornata fieno ventilato 2015

Differenti sistemi

2. Recupero di calore al di sotto di cellule fotovoltaiche



Grangeneuve

Institut agricole de l'Etat de Fribourg

Giornata fieno ventilato 2015

Differenti sistemi

3. Bruciatore a nafta



Differenti sistemi

○ 4. Bruciatore a legna



Differenti sistemi

5. Recupero di calore a partire dal biogas



Differenti sistemi

6. Recupero di calore da un generatore



Differenti sistemi

7. Deumidificatore



Differenti sistemi

8. Riscaldamento tramite serpentine nel pavimento



Investimenti

○ Cifre generali

Investimenti medi da 180 a 200 franchi / m³ per essiccatoio / pavimento / pareti / ventilatore

A mo' di confronto: maggiori costi di circa 80% rispetto ad edificio semplice per immagazzinare rotoballe o fieno sfuso

A ciò bisogna aggiungere l'investimento per la messa in fienile e/o ripresa (gru per il fieno >50'000 franchi), e ...altre installazioni (deumidificatore / riscaldamento...)

Dati : ART - modificati

Investimenti

Scelta del tipo di pavimento

- Possibilità di risparmiare non cementando il pavimento dell'essiccatoio
- Ma ci vuole un pavimento sano (senza ritorno d'umidità)



Costo soletta in cemento	Costo pavimento in ghiaia	Costo supplementare per 150 m ² di cemento
<i>Kosten einer Betonplatte</i>	<i>Kosten eines Kiesbodens</i>	<i>Mehrkosten Beton für 150 m²</i>
77.- /m²	25.- /m²	7'800.-

Investimenti

Esempi per il riscaldamento dell'aria - Nydegger ART, 2013

Calcoli per 60 VL, a 17 kg SS/giorno per 170 gg ; essiccatoio da 300 m² , h = 5 m , V = 1'400 m³ ;

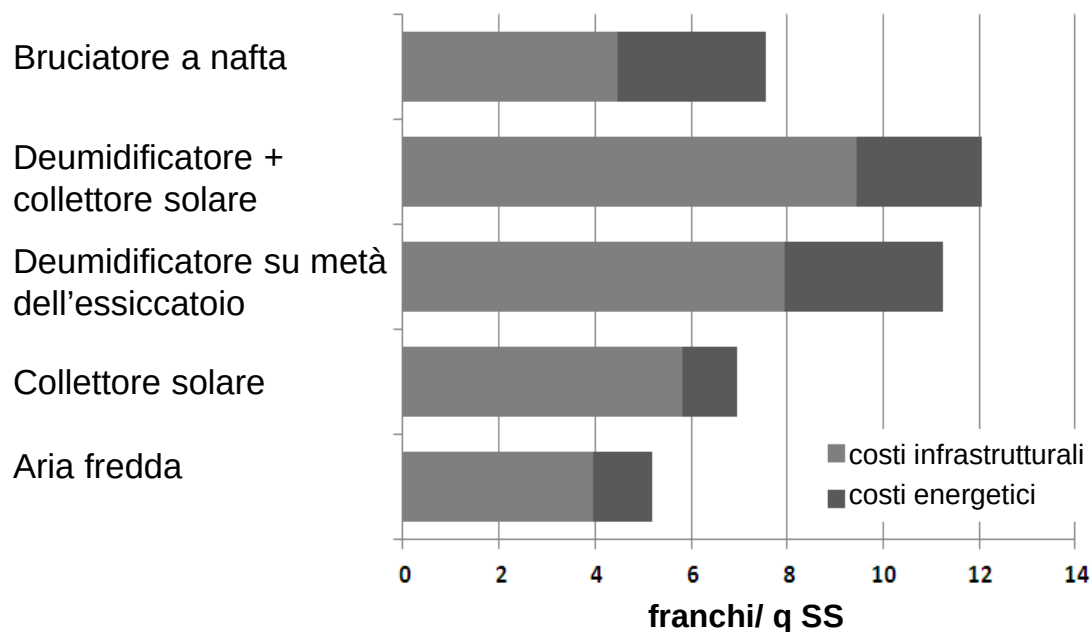
fieno caricato = 60% SS ; d = 120 kg/m³ ; amm.+int.+rip.+ass. = 8.88%.

	Investimenti
Bruciatore a nafta	87'000 Fr
Deumidificatore + collettore solare	184'607 Fr
Deumidificatore su metà dell'essiccatoio	155'000 Fr
Collettore solare	113'400 Fr
Aria fredda	77'200 Fr

Costi

Trasformati in costi + spese variabili – dati Svizzera

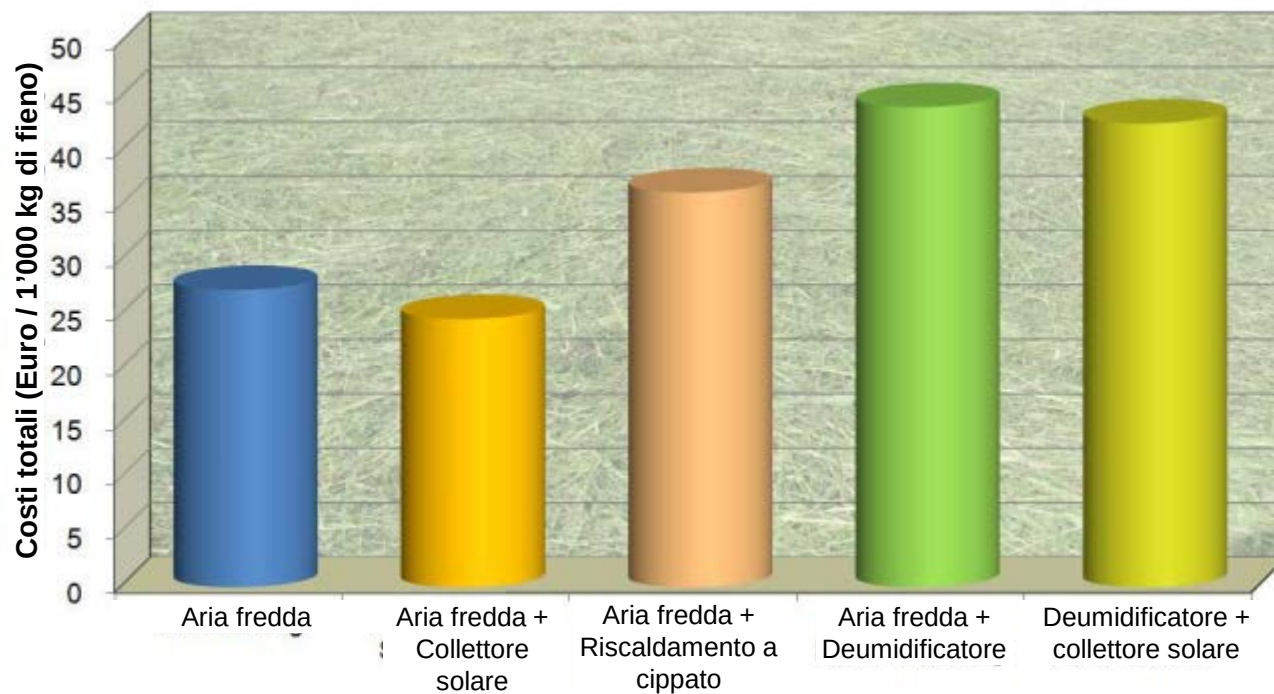
Costi di differenti sistemi per ventilare il fieno in catasta
(Nydegger, ART 2013)



Costi

Trasformati in costi + spese variabili – dati Austria

Fonte : Wirleitner 2013, Riflessioni per la pianificazione di un impianto d'essiccazione



Attualizzato: 2013 Costi di costruzione e costi di **Heuwerbung** non considerati.

Basi per il calcolo per l'essiccazione dal 36% al 13% di umidità

Investimenti

Se l'essiccatoio è troppo piccolo: ampliare o imballare?

	Costo imballaggio	Costo manutenzione	Totale
Balle da 400 kg (80X90)	20.-/balla 50.-/t	15.- /t	65.-/t
Economia sul fienile ¹			80.-/t

¹Per un costo di 200 fr.-/m³ per il fienile contro 100 fr.-/m³ per un semplice magazzino e un'annuità di 5.78% (4% e 30 anni). Densità del fieno 90 kg/m³, contro 140 kg/m³ per le balle immagazzinate in un magazzino

Imballare il fieno ha un certo senso...



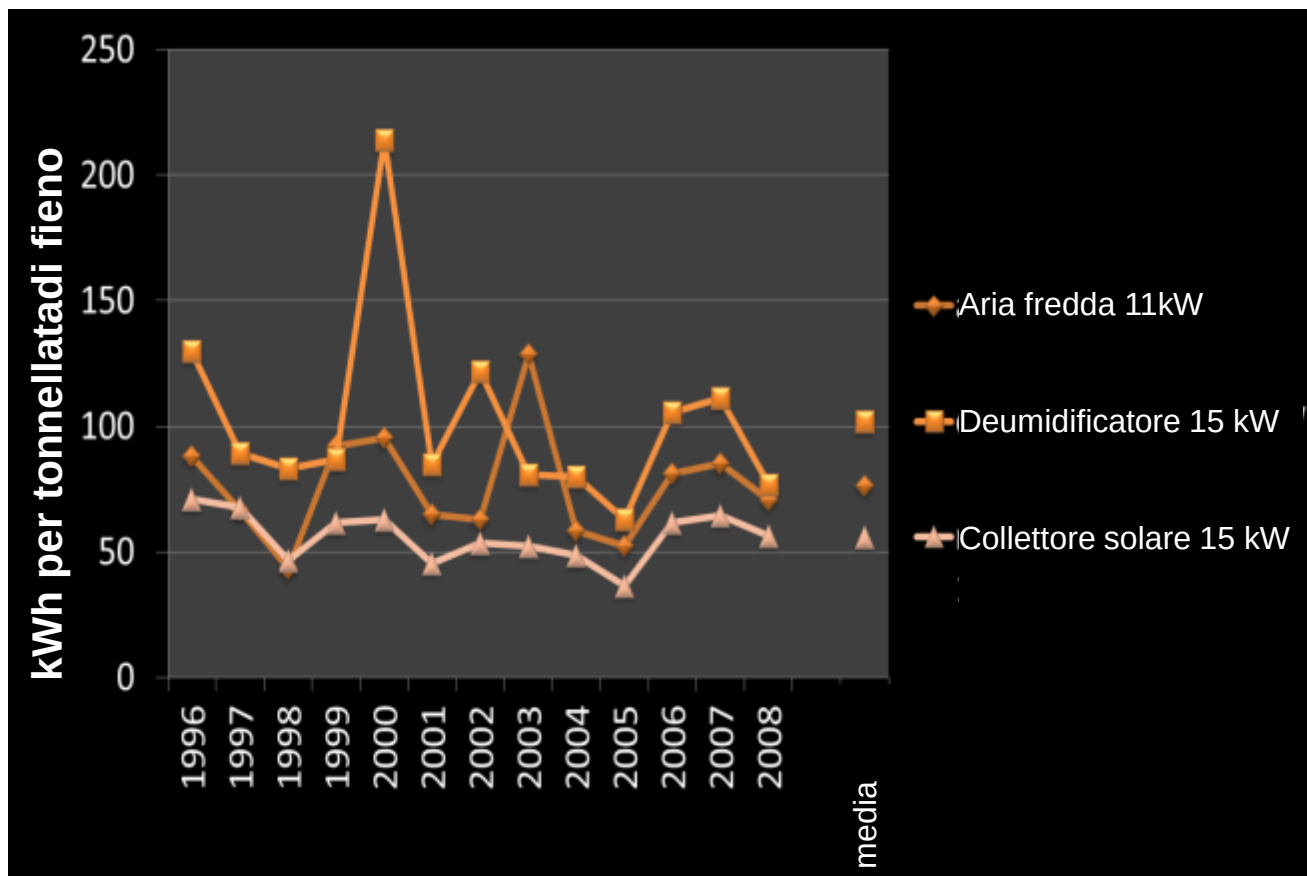
Consumo energetico

	Fabbisogni specifici kWh / l. H ₂ O	Fabbisogni in energia kWh / tonn. fieno	Fabbisogni in energia kWh / tonn. fieno
		Fonte : Wirleitner 2013	Fonte : Nydegger 2013
Aria fredda	0.25	90 (65 a 115)	54
Collettore solare	0.18	65 (40 a 90)	50
Deumidificatore	0.32	110 (70 a 130)	143
Collettore solare + deumidificatore	0.24	85 (60 a 120)	114
Bruciatore a nafta	0.90	75 + 23 l nafta	201
Trucioli di legno	0.92	255 (200 à 310)	

NB : 23 l nafta = 0.17 steri legna = 0.3 m³ trucioli legno = 230 kWh.

Consumo energetico

3 essiccatoi dell'azienda-scuola di Grangeneuve



Consumo energetico

Esperimento a Gumpenstein 2011-13

Fonte : Röllinger et al. 2013

		C2			C3			
		DZU	Fred.	Ref.	DZU	Fred.	DZU	Fred.
SS del fieno	% SS	56.6	66.1	60.2	62.4	75.9	65.2	72.8
Consumo energia	kWh / tonn. fieno	77	57	129	124	22	271	97
Fabbisogni specifici	Wh/l H ₂ O	141	180	285	309	149	796	497
Costi (0.18 euro / kWh)	Euro / tonn. fieno	14	10	23	22	4	49	17

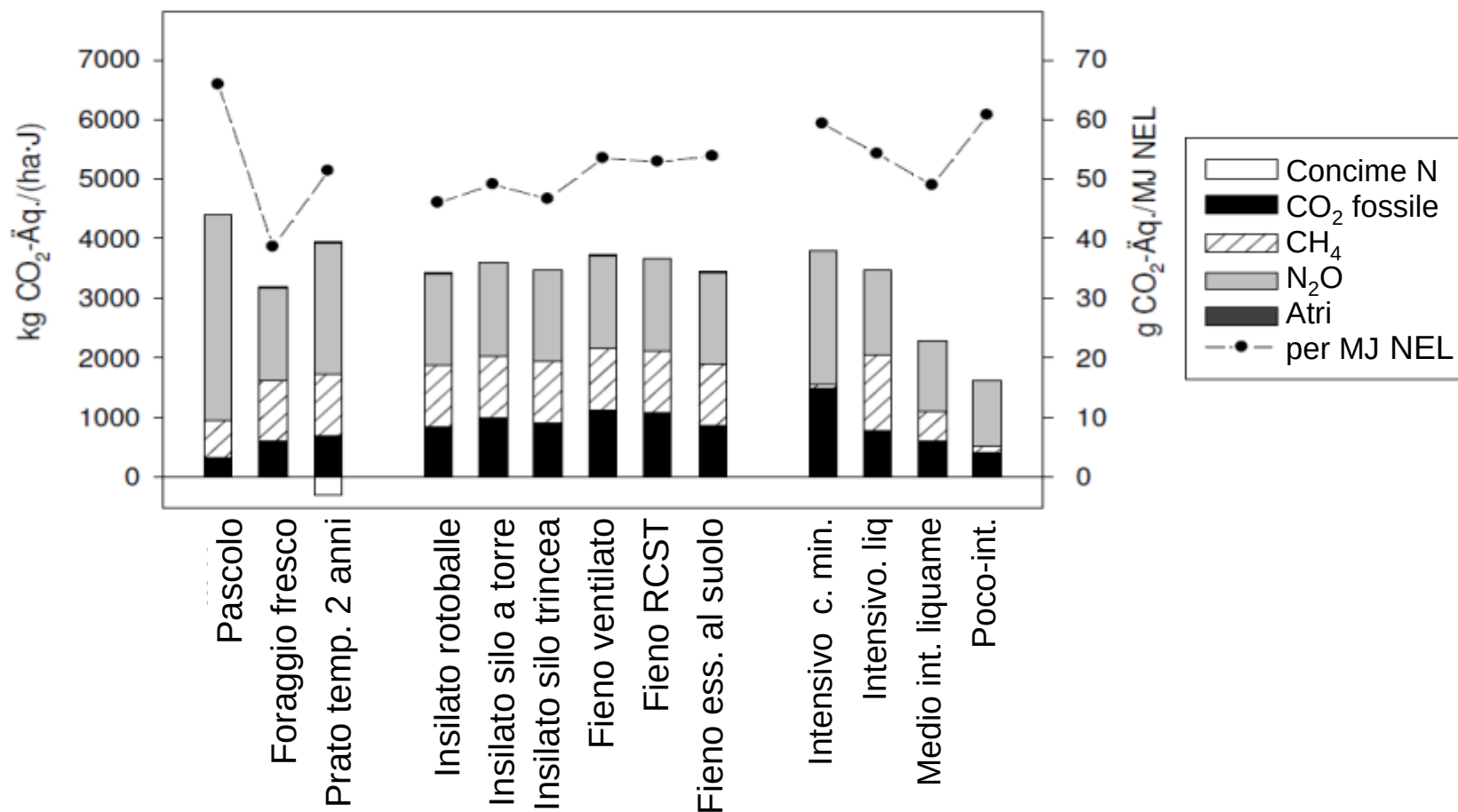
Consumo energetico

Il consumo varia moltissimo da una situazione all'altra !

Necessità d'installare un contatore separato per gestire questo fattore.

Utilità d'una sonda per ventilare al momento giusto ?

Che ne è dei gas ad effetto serra?



I sistemi d'essiccazione in fienile o al suolo si equivalgono per NEL.

Fonte : Huguenin E. et al., Fabbisogno in risorse energetiche non rinnovabili e potenziale effetto serra della produzione di foraggio, 2008

Conclusione

**Vi ringraziamo
per l'attenzione.**

