

Efficienza energetica e produzione di energia da fonte solare per gli allevamenti

Modello Metabolico economico/ambientale come strumento per un futuro sostenibile nelle aziende zootecniche da latte per il Parmigiano Reggiano

- MISURA 1 OPERAZIONI 1.1.01ID Domanda di sostegno: 5005261 – Tipo di operazione 16.1.01 - Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: "produttività e sostenibilità dell'agricoltura" – Focus Area 5E –

Paolo Rossi CRPA SpA



Sono le parole d'ordine sulle quali dovranno basarsi le politiche energetiche dei governi nei prossimi decenni e l'**Unione europea** si è dotata di strumenti molto rilevanti (Pacchetto Clima-Energia «20-20-20», Libro Verde, *Roadmap* 2050 decarbonizzazione).

Il settore agricolo deve fare la sua parte e le opportunità sono numerose.



Premessa: consumi energetici

La domanda di energia a livello mondiale è fortemente legata all'andamento dell'**economia**; vi è relazione fra la domanda energetica di un paese e l'andamento del suo PIL (prodotto interno lordo).

Variazioni economiche in aumento o in calo portano a un incremento o a una riduzione dei fabbisogni energetici interni.



Fabbisogno mondiale - Scenario IEA

Il fabbisogno energetico mondiale continua a crescere, ma milioni di persone non hanno ancora accesso all'energia.

Dal 1989 al 2014 il consumo mondiale di energia primaria⁽¹⁾ è aumentato del **62%**⁽²⁾. Nel 2016 tale fabbisogno è stato pari a circa **14.000** Mtep (circa 586 mil di TJ o circa 163 mil di GWh).

Nello scenario di IEA⁽³⁾ la domanda energetica mondiale aumenta del **30%** al **2040**, con un maggior consumo di tutte le fonti energetiche moderne. Fra queste, le energie rinnovabili mostrano la crescita più sostenuta.

(1) Carbone, petrolio, gas naturale, nucleare, idroelettrico e altre rinnovabili

(2) BP Statistical Review of World Energy 2015

(3) International Energy Agency: World Energy Outlook 2016



Scenario IEA – Fonti rinnovabili

Le **rinnovabili** (FER) rappresentano circa il **60%** di tutta la nuova capacità di generazione e alla fine del periodo di proiezione (2040) la maggior parte dei nuovi impianti sarà competitiva senza alcuna incentivazione.

Il rapido sviluppo delle fonti rinnovabili ne abbassa i costi in modo significativo: al 2040 il costo medio del **FV** è previsto in **calo** di un ulteriore 40-60% rispetto a oggi.

Si prevede che al 2040 circa il **60%** dell'elettricità sia generato da fonti rinnovabili, per oltre la metà da **eolico** e **FV**.

Agricoltura: uso energia in Italia

Efficienza energetica e produzione di energia da fonte solare per gli allevamenti

In controtendenza rispetto a quanto registrato negli ultimi anni in Italia, il settore agricolo ha avuto nel 2015 un incremento dei consumi energetici del **2,7%** rispetto al 2014, ponendosi su un consumo di **2,9** Mtep.

Anche per il solo settore elettrico l'agricoltura è il comparto che è cresciuto di più in Italia (+**5,9%**).



6

Importanza dei consumi energetici nel comparto agricolo e zootecnico

Efficienza energetica e produzione di energia da fonte solare per gli allevamenti

- Il **progresso tecnologico**, permettendo la sostituzione di quote elevate di forza lavoro con forza motrice di macchine/impianti, ha comportato il crescente impiego di fonti energetiche diverse.
- Sebbene il **costo energetico** rappresenti ancora una frazione non elevata del costo totale di produzione in zootecnia (circa 5,5% per bovini da latte), la sua importanza è destinata ad aumentare progressivamente.

7



L'allevamento bovino da latte è interessato sia da consumi elettrici, sia da consumi termici.

- **Elettrici:** funzionamento impianti di mungitura, di alimentazione, di raffrescamento, di asportazione e trattamento effluenti, di illuminazione.
- **Termici:** operazioni di preparazione e distribuzione alimenti, di cura delle aree di stabulazione, di distribuzione effluenti sul terreno.



Bovini da latte - Consumi energetici

Indagine campionaria «Re Sole»

Efficienza energetica e produzione di energia da fonte solare per gli allevamenti

Consumo annuo TOTALE

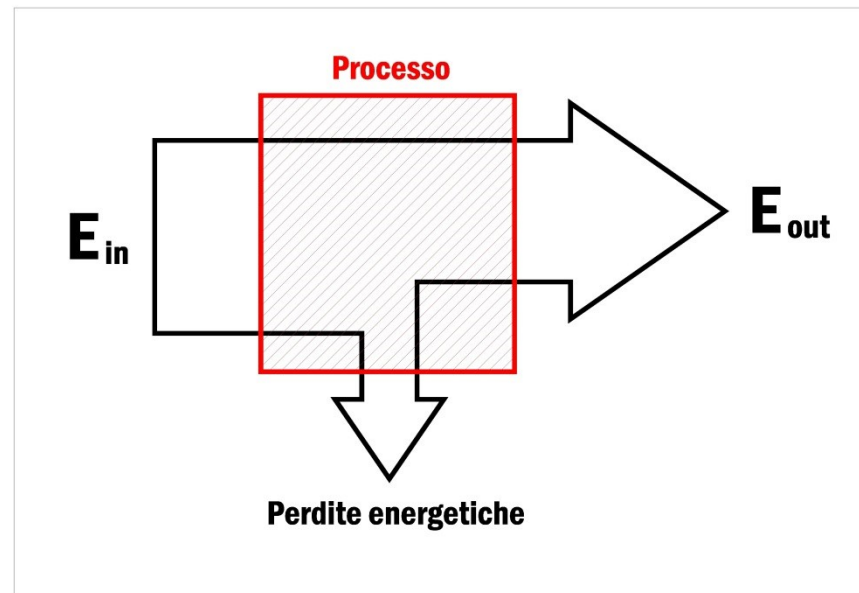
- ✓ **1.100** kWh/UBA (da **400** a **2.200**) pari a circa 1.420 kWh/vacca.
- ✓ Di cui **415** di energia elettrica e **687** di energia termica (metano, gpl e gasolio)



Efficienza energetica (EFF)

Efficienza energetica e produzione di energia da fonte solare per gli allevamenti

L'EFF applicata a un determinato lavoro è il rapporto fra l'energia effettivamente **disponibile** per quel lavoro e l'energia totale **consumata** nel processo; la differenza è data dalle **perdite energetiche**.



«E' opinione diffusa che l'EFF rappresenti un'opzione **chiave** nelle mani dei decisori politici, ma gli sforzi finora profusi hanno consentito solo un limitato sfruttamento del suo potenziale economico» (World Energy Outlook 2012).

Questa frase fa capire l'importanza strategica di questa tematica nelle complesse sfide relative all'uso **intelligente** dell'energia e alle azioni di **contrasto** ai cambiamenti climatici.

Due sottogruppi:

- migliorare le **modalità di esecuzione** del lavoro; queste azioni richiedono formazione e informazione e puntano all'eliminazione dei consumi energetici «inutili» derivanti da cattive procedure o cattive abitudini;
- modificare l'**assetto strutturale e/o impiantistico** di un determinato contesto produttivo per svolgere il lavoro in modo più efficiente; queste azioni comportano investimenti in materiali e/o mezzi tecnici.

Tre tappe:

- 1) **conoscenza**: l'allevatore deve essere dotato di strumenti di analisi e di controllo della situazione energetica aziendale;
- 2) **confronto**: deve sapere come si collocano i suoi consumi rispetto ai consumi medi di aziende simili per tipologia, dimensione e tecnologia, per evidenziare eventuali anomalie nel consumo totale o nei consumi parziali;
- 3) **azione**: deve essere supportato per l'individuazione delle cause delle anomalie e per la scelta dei possibili rimedi.

Campi d'intervento per l'efficienza energetica in zootecnia

Efficienza energetica e produzione di energia da fonte solare per gli allevamenti

- Regolazione dei motori elettrici (inverter CA-CA)
- Motori ad alto rendimento (bassa dissipazione)
 - Rifasamento
 - Illuminazione a basso consumo (LBC, LED)
- Controllo automatico della ventilazione e del riscaldamento
 - Isolamento termico delle strutture d'allevamento
 - Recupero di calore
- Passaggio da consumo termico a consumo elettrico per talune attività di stalla (automazione)
 - Regolare e accurata manutenzione

14

Azioni pratiche per l'efficienza energetica nel comparto bovino

- Utilizzo di sistemi **automatici** di preparazione, distribuzione e avvicendamento dell'alimento a funzionamento **elettrico**, in abbinamento con impianti **FV** aziendali o altri impianti a FER che producono energia elettrica.
- Impiego di sistemi a basso consumo per la **ventilazione** estiva di soccorso.
- Adozione di sistemi meccanici automatici di **pulizia** delle corsie della stalla (raschiatori), meno esigenti in termini di energia rispetto a ruspette o lame raschianti portate da trattrice.
- Adozione di pompe del vuoto a **inverter**.
- Produzione di acqua calda sanitaria (ACS) mediante impianto a **solare termico**, sempre in abbinamento con un sistema complementare (caldaia a metano o a GPL).
- Uso corretto dei trattori aziendali, limitando il funzionamento a vuoto e assumendo una modalità di guida a «basso consumo».

Valore attuale netto (VAN)

- Il **VAN** è uno strumento molto usato per la valutazione della **redditività** di un investimento; in pratica, rappresenta la sommatoria attualizzata dei futuri flussi di cassa positivi e negativi generati dal progetto, al netto del costo dell'intervento ipotizzato.
- Indica l'ammontare dell'eventuale **ricchezza** generata dall'investimento, riferita al momento zero, cioè quello dell'ipotetico investimento.
- Un VAN **positivo** indica la validità del progetto, perché i futuri ricavi derivanti dall'investimento superano l'ammontare dell'investimento stesso e delle eventuali nuove spese.
- Il VAN è lo strumento di valutazione nell'analisi costi/benefici indicato dalla *direttiva 2012/27/UE* (direttiva efficienza energetica).

Esempio di efficientamento energetico

Efficienza energetica e produzione di energia da fonte solare per gli allevamenti

Stalla per 100 vacche da latte, 67 punti luce a plafoniera con 2 tubi **fluorescenti** da **58** W/cad., potenza installata totale di 7.772 kW (134 tubi).

Sostituzione dei tubi fluorescenti con tubi a **LED** da **31** W con analoghe caratteristiche illuminotecniche.

Costo intervento: **8.787** €

Durata del nuovo impianto: 15 anni

Risparmio energetico ottenibile: **8.771** kWh/anno

Minori costi: **15.410** €, per minori manutenzioni nei 15 anni (sostituzione dei tubi tradizionali, degli starter e dei ballast)

Costo energia elettrica: **0,20** €/kWh il primo anno, aumento del 1% per ogni anno successivo

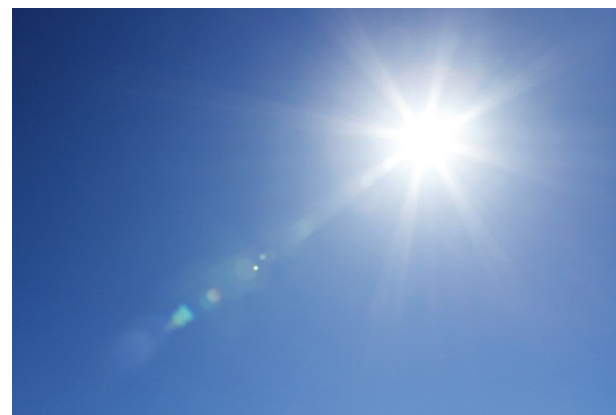
Tasso di attualizzazione per VAN: 4,75%

VAN: 22.053 €



- Il **Sole**, ogni giorno, indirizza verso la Terra una potenza radiante enorme, pari a **174 milioni di GW**; l'intera potenza elettrica degli impianti di generazione in Italia vale circa **130 GW** (Terna, 2013).
- La max potenza utile sulla superficie terrestre è pari a **1.000 W/m²**, in condizioni di cielo sereno e con il Sole allo zenit*.

* *STC = Standard Test Conditions*,
temperatura moduli di 25°C



Global irradiation and solar electricity potential
Optimally-inclined photovoltaic modules

Italy



Yearly sum of global irradiation [kWh/m²]
<1200 1300 1400 1500 1600 1700 1800 1900 2000>
Yearly electricity generated by 1kW_{peak} system with performance ratio 0.75 [kWh/kW_{peak}]

0 50 100 200 km

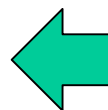
19

□ Irraggiamento

(*irradiance*): potenza irradiante che il Sole scarica su una superficie unitaria (kW/m²).

□ Irradiazione (*irradiation*):

energia irradiante captata da una superficie unitaria nell'unità di tempo (kWh/m²).



Irradiazione totale annua (kWh/m²) su moduli FV esposti in modo ottimale

Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)
Joint Research Centre (European Commission)



Energia utile potenziale

Dipende:

- dalla **latitudine** del sito;
- dall'esposizione (angoli di **azimut** e di **tilt**);
- dall'**irraggiamento** (stagione, ora del giorno, condizioni meteorologiche);
 - dalla **riflettenza** del terreno;
 - dalla **temperatura** dei moduli;
- dalle caratteristiche elettriche e dalla **configurazione** dell'impianto.



Radiazione solare globale giornaliera (media mensile) su superficie orizzontale

Località: Reggio Emilia

Latitudine: 44° 41,8'

Longitudine: 10° 37,7'

Metodo di stima: ENEA-SOLTERM (da Atlante Italiano della radiazione solare)

Assenza di ostacoli ombreggianti

Radiazione globale annua (anno di 365,25 d): 1.429 kWh/m²

Mese	Rggmm (kWh/m ²)
Gennaio	1,61
Febbraio	2,45
Marzo	3,79
Aprile	4,85
Maggio	5,87
Giugno	6,41
Luglio	6,46
Agosto	5,44
Settembre	4,22
Ottobre	2,79
Novembre	1,73
Dicembre	1,24



Effetto fotovoltaico

L'effetto FV è il fenomeno fisico che si realizza quando un elettrone passa dalla banda di **valenza** alla banda di **conduzione** di un materiale semiconduttore, a causa dell'assorbimento di un fotone sufficientemente energetico incidente sul materiale (eccitazione termica).

I semiconduttori, scaldandosi, passano da corpi isolanti a corpi conduttori.

I materiali semiconduttori per FV si dividono in **crystallini**:

- silicio (Si),
- arseniuro di gallio (GaAs),
- germanio (Ge),

e a **film sottile**:

- silicio amorfo (a-Si),
- tellururo di cadmio (CdTe),
- diseleniuro di indio-rame (CIS) o di indio-rame-gallio (CIGS).

Fotovoltaico (FV)

Efficienza energetica e produzione di energia da fonte solare per gli allevamenti

Motivazioni del suo sviluppo:

- produce direttamente e istantaneamente **energia elettrica** senza organi in movimento;
- forte sviluppo delle tecnologie di produzione delle celle FV e **rendimenti** in crescita;
- scarsi problemi di **smaltimento** (ci sono già sistemi di riciclaggio del silicio);
- sistemi modulari facilmente **integrabili** in strutture edilizie esistenti;
- **semplicità** di installazione e di utilizzo (scarso impegno di manodopera);
- scarsa **manutenzione** ed elevata **vita** utile dell'impianto (30 anni);
- **incentivi** statali (Conto Energia, fino al 2013).



23



Componenti di un impianto FV

Efficienza energetica e produzione di energia da fonte solare per gli allevamenti

- **Generatore** FV (moduli e strutture di sostegno)
 - Quadri elettrici di campo
- **Inverter** (controllo e condizionamento; CC→CA)
 - Quadri di consegna e distribuzione
 - Sistema di accumulo



24



Esempio impianto FV

Allevamento bovino da latte, 140 vacche + rimonta

Località: pianura di Reggio Emilia

Impianto sul tetto della stalla, falda Sud di 850 m²

Azimut: **0°** Tilt: **16,7°** (pendenza tetto 30%)

Radiazione globale annua su piano moduli: **1.554** kWh/m²

Superficie captante totale: **819,95** m²

Potenza nominale totale: **128,52** kWp

Efficienza iniziale delle celle FV: **15,7%** (celle policristalline)

Energia potenziale: $1.554 \times 0,157 = 243,98$ kWh/m² anno

Perdita totale di sistema*: **25%**

$243,98 - 25\% = \mathbf{182,98}$ kWh/m² anno di **energia utile**, a impianto nuovo (circa **1.167** kWh/kWp anno)

* perdite energetiche da assemblaggio, inverter, surriscaldamento, fermi tecnici, fermi per
25 guasto, trasformatori, ecc.



Esempio impianto FV (continua)

Scambio sul posto senza incentivi

Stima decremento annuo produzione energia: **0,6%**

Produzione annuale media stimata: **137.686** kWh

Consumo da rete elettrica prima dell'installazione: **90.000** kWh, di cui 70.000 in F1

Quota media autoconsumo annuale: **65%**

Produzione media annuale autoconsumata: **89.496** kWh

Energia annua immessa in rete (energia scambiata): **48.190** kWh

Energia annua prelevata dalla rete: **504** kWh

Costo medio unitario energia elettrica al primo anno: **0,20** €/kWh

Stima aumento annuale costo energia elettrica: 1%

Stima tasso annuo inflazione per costi ricorrenti: 1%

Tariffa per rimborso quota energia: 0,04 €/kWh

Corrispettivo unitario di scambio forfettario: 0,02 €/kWh

Sintesi analisi economica FV

Efficienza energetica e
produzione di energia
da fonte solare per gli
allevamenti

<i>Parametro</i>	<i>Valore</i>
Risparmio annuo medio sulla bolletta elettrica (€)	20.661
Contributo in conto scambio (€)	3.338
Costo totale impianto e connessione IVA compresa (€)	215.133
Durata presunta impianto (anni)	30
Totale entrate per gli anni di durata dell'impianto (€)	719.963
Totale uscite per gli anni di durata dell'impianto (€)	423.761
Reddito totale netto (€)	296.202
Reddito netto medio annuo (€)	9.873
VAN – Valore attuale netto (€)	90.799

27



- L'**efficientamento energetico** e la produzione di energia da **fonti rinnovabili** (solare, eolico, biomasse ecc.) sono strumenti di enorme potenzialità per le aziende zootecniche, in grado di fornire importanti effetti positivi sulla **sostenibilità economica** delle imprese (costi di produzione dei prodotti di origine animale).
- Questi stessi strumenti possono portare a notevoli benefici dal punto di vista della **sostenibilità ambientale**, in quanto sono in grado di limitare il consumo di fonti energetiche di origine fossile, a parità di lavoro utile svolto.

Modello Metabolico



Efficienza energetica e produzione di energia da fonte solare per gli allevamenti

Modello Metabolico economico/ambientale come strumento per un futuro sostenibile nelle aziende zootecniche da latte per il Parmigiano Reggiano

- MISURA 1 OPERAZIONI 1.1.01ID Domanda di sostegno: 5005261 – Tipo di operazione 16.1.01 - Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: "produttività e sostenibilità dell'agricoltura" – Focus Area 5E –

Grazie