

# L'INFORMATORE AGRARIO

[www.informatoreagrario.it](http://www.informatoreagrario.it)



Edizioni L'Informatore Agrario

Tutti i diritti riservati, a norma della Legge sul Diritto d'Autore e le sue successive modificazioni. Ogni utilizzo di quest'opera per usi diversi da quello personale e privato è tassativamente vietato. Edizioni L'Informatore Agrario S.r.l. non potrà comunque essere ritenuta responsabile per eventuali malfunzionamenti e/o danni di qualsiasi natura connessi all'uso dell'opera.

● COSTI E MARGINALITÀ ALLA LUCE DEGLI INCENTIVI CONTENUTI NEL DM 6-7-2012

# Biogas, analisi della redditività al variare di taglia e dieta



Negli impianti di biogas alimentati solo a effluenti zootecnici può essere importante il trattamento in ingresso per aumentare la sostanza solida e in uscita per dividere il digestato in fase liquida e solida

In base alle nuove tariffe incentivanti e ai costi di gestione annuali di un impianto, il margine di libertà di spesa per l'approvvigionamento della biomassa si assottiglia. Gli impianti più redditizi sono quelli alimentati a sottoprodotti biologici di potenza tra 300 e 600 kW

di **Alessandro Ragazzoni**

**L**a corretta impostazione del conto economico relativo a un impianto di biogas richiede un'accurata **indagine al fine di stimare i costi di costruzione e di esercizio annuale dello stesso in previsione di un tempo di funzionamento almeno pari a quello di erogazione della tariffa onnicomprensiva che, a partire dal 2013, è di 20 anni.**

Inoltre, è fondamentale per la convenienza economica dell'investimento la valutazione dell'incidenza del costo finanziario del capitale impiegato per il progetto (di natura propria e/o esterna).

## Costi di realizzazione

I costi di progettazione e realizzazione di un impianto per la produzione di biogas e di energia dipendono dalle caratteristiche del processo di digestione, dalle dimensioni (il costo unitario diminuisce per impianti di dimensioni crescenti in termini di potenza installata) e dai materiali avviati a digestione.

Il costo unitario di investimento oscilla tra circa 3.500-4.000 e 7.500-8.000 euro/kW elettrico in cogenera-

zione, in relazione soprattutto a due variabili: **dieta e potenza**. Si evidenzia, infatti, una progressiva riduzione dei costi unitari di impianto all'aumentare della potenza installata, anche se il tipo di dieta incide notevolmente sulla progettazione e sulla conseguente spesa iniziale.

I dati campionari, relativi a 35 impianti indagati, sono stati validati da un modello di stima della dinamica decrescente di costo. Infatti, partendo da un valore industriale medio di cir-

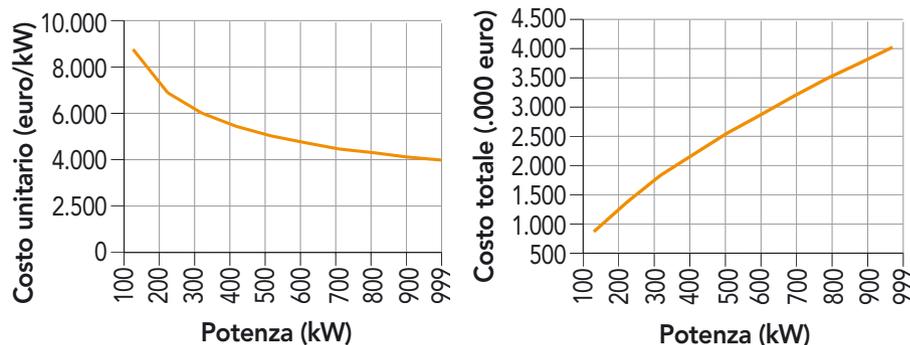
ca 4 milioni di euro per una potenza di 999 kW (come si evince dal campione), l'intervallo di valori sopra indicato appare in linea con il metodo comunemente adottato nella pratica impiantistica di scalare con un fattore pari a 2/3 del costo di realizzazione.

In formula si ottiene:

$$(C/C_0) = (P/P_0)^{2/3}$$

dove **C** è il costo da stimare dell'impianto e **P** la relativa potenza, mentre

**GRAFICO 1 - Stima della dinamica del costo unitario e totale di realizzazione di un impianto di biogas per potenze crescenti**



Fonte: elaborazione dell'autore da indagine diretta in impianti di biogas.

I costi unitari di impianto si riducono progressivamente all'aumentare della potenza installata.

**TABELLA 1 - Stima del costo di gestione annuale per un impianto della potenza installata di 999 kW**

Descrizione degli interventi di gestione	Costo per energia (euro/kWh)	Costo per potenza (8.000 ore/anno) (euro/kWh)	Costo totale (999 kW) (euro)
Manodopera aziendale (*)	0,006	51,15	51.100
Manutenzione ordinaria impianto	0,005	40,00	39.960
Full service cogeneratore	0,015	120,00	119.880
Analisi chimico-fisiche	0,002	16,00	15.984
Interventi straordinari	0,002	16,00	15.984
<b>Totale</b>	<b>0,030</b>	<b>243,15</b>	<b>242.908</b>

(\*) Stima del costo fisso relativo alla manodopera aziendale  
 Tempo di controllo giornaliero (ore/giorno): 5  
 Giorni annuali (giorni/anno): 365  
 Tempo totale (ore/anno): 1.825  
 Costo unitario comprensivo di tasse e imposte (euro/ora): 28  
 Costo totale annuale (euro): 51.100  
 Produzione di energia elettrica annuale (kWh): 7.992.000  
 Costo totale annuale (euro/kWh): 0,006  
 Fonte: elaborazione dell'autore da indagine diretta in impianti di biogas.

La gestione di un impianto da 999 kW si stima possa richiedere una spesa annuale di circa 0,03 euro/kWh, che equivale a un importo totale di circa 243 euro/kWh di potenza installata e di 243.000 euro in totale.

$C_0$  e  $P_0$  sono i valori di riferimento.

Ad esempio, nel caso di stima di un impianto di 250 kW la formula diventa:

$$C = (P/P_0)^{2/3} \times C_0$$

per cui:

$$C = (250/999)^{2/3} \times 4.000.000 = 1.588.460, \text{ pari a } 6.354 \text{ euro/kW}$$

Ai fini dello studio si è stimata la curva decrescente dei costi di realizzazione di un impianto in base all'aumentare della potenza (grafico 1): questa curva di costo decrescente sarà utile nel momento del confronto con le tariffe incentivanti del nuovo dm del 6 luglio 2012. Anche la stima degli altri costi inerenti la gestione annuale dell'impianto serviranno a evidenziare momenti di criticità nella fase di approvvigionamento della biomassa e di reperimento oneroso delle matrici di alimentazione dell'impianto.

## Costi di gestione e di esercizio

La gestione di un impianto di digestione anaerobica richiede una particolare attenzione per garantire un funzionamento continuo e raggiungere un'elevata produzione di energia elettrica all'anno. Indicativamente si fissa un obiettivo intorno a 8.000 ore/anno (come prodotto di 365 giorni per la quasi totalità delle 24 ore giornaliere). Il raggiungimento di tale risultato è percorribile solo se sono attentamente controllati gli aspetti biologici, chimici, tecnici e meccanici dell'impianto.

Per la gestione e l'esercizio ordinario l'impianto va controllato giornalmente e ciò, ovviamente, ha un costo il cui valore medio è difficilmente quantificabile, anche se si può assumere che questo cresca in termini unitari al diminuire della potenza installata, per la presenza di costi fissi difficilmente eliminabili.

Di seguito si propone uno schema di valori dedotto dalla più recente bibliografia e da rilievi in impianti esistenti, al fine di avere un utile riferimento per l'analisi delle filiere indagate.

In particolare, la gestione di un im-

pianto di potenza installata di 999 kW (tabella 1) si stima possa richiedere una spesa annuale pari a circa 0,03 euro/kWh di energia elettrica prodotta, che equivale a un importo totale di circa 243 euro/kWh per unità di potenza e di 243.000 in totale. A tali valori si applica il metodo scalare con fattore 2/3 (già utilizzato per il costo di realizzazione) e si ottiene la dinamica presentata nella tabella 2. La forbice di valori è compresa in un intervallo tra 0,03 euro/kWh (potenza 999 kW) e 0,065 euro/kWh (potenza 100 kW).

## Costi finanziari

I costi finanziari si riferiscono al finanziamento esterno: l'importo è in relazione al capitale richiesto, alla durata temporale e al saggio di interesse. La combinazione di tali variabili determina il coefficiente moltiplicatore utilizzato per il calcolo della rata annuale.

$$\text{Coefficiente} = \frac{(rq^n)}{(q^n - 1)}$$

dove:  $r$  è il saggio di interesse

$$q = 1 + r$$

$n$  sono gli anni di durata del mutuo.

Proponendo un esempio, si ipotizzano i seguenti parametri:

- un importo finanziabile di 5.000 euro/kWh;
- un saggio del 4,5%;
- un periodo di 20 anni.

Inserendo i parametri ipotizzati la rata annuale risulta pari a:

$$\text{Rata} = 5.000 \times \left( \frac{0,045 \times (1 + 0,045)^{20}}{(1 + 0,045)^{20} - 1} \right) = 384,38 \text{ euro/kW}$$

Se l'impianto funzionasse per 8.000 ore/anno, il costo annuale finanziario risulterebbe per energia elettrica prodotta pari a:

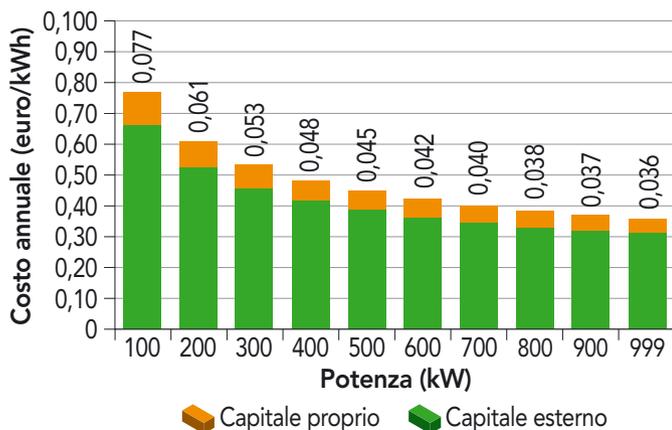
**TABELLA 2 - Costo di gestione annuale di un impianto di biogas al crescere della potenza**

Potenza (kW)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	999
Costo totale (euro)	52.367,9	83.128,8	108.929,5	131.958,7	153.124,5	172.914,9	191.630,0	209.471,4	226.582,6	242.908,0
Costo unitario per potenza (euro/kW)	523,68	415,64	363,10	329,90	306,25	288,19	273,76	261,84	251,76	243,15
Costo unitario per energia (euro/kWh)	0,065	0,052	0,045	0,041	0,038	0,036	0,034	0,033	0,031	0,030

Fonte: elaborazione dell'autore da indagine diretta in impianti di biogas.

Il costo di gestione annuale può variare da 0,03 euro/kWh per un impianto di potenza pari a 999 kW a 0,065 euro/kWh per un impianto di potenza pari a 100 kW.

**GRAFICO 3 - Stima della dinamica del costo del capitale investito (saggio  $r = 4,5\%$  e tempo 20 anni)**



Fonte: elaborazione dell'autore da indagine diretta in impianti di biogas.



I nuovi incentivi hanno una durata di 20 anni, ma il valore della tariffa è costante e non rivalutato in base all'inflazione

Con un tempo di ritorno di 20 anni e un saggio di interesse ( $r$ ) del 4,5% il costo del capitale investito annuale oscilla tra 0,036 euro/kWh, per impianti con potenza intorno a 999 kW, e 0,077 euro/kWh, per quelli intorno a 100 kW.

**384,38/8.000 = 0,048 euro/kWh**

**Esempio**

La tabella 3 propone uno schema per il calcolo della rata, considerando un periodo di ritorno del capitale finanziato all'ente erogatore di 20 anni; i valori riportati si modificano, considerando come variabili crescenti sia il costo di realizzazione dell'impianto (e di conseguenza il capitale richiesto dall'esterno), sia il saggio di interesse applicato; nella parte evidenziata si riportano le situazioni che con più probabilità si verificano, sia per quanto riguarda il capitale erogato, sia il saggio di interesse applicato.

Si ipotizza di seguito un caso di studio esemplificativo del procedimento adottato: un imprenditore si affida a un ente esterno per il reperimento finanziario pari all'80% dell'investimento totale, apportando in modo autonomo la differenza. Per la quota di capitale esterno si assume un tempo di ritorno all'ente finanziatore di 20 anni a un saggio del 4,5%, mentre il capitale proprio è ripartito in modo lineare; da tale approccio si ottiene la dinamica decrescente del costo annuale per potenza installata, che oscilla tra 0,036 euro/kWh per im-

pianti con potenza intorno a 999 kW e aumenta fino a 0,077 euro/kWh per quelli intorno a 100 kW (grafico 3).

È importante però ricordare a tal proposito che nella situazione economica attuale (in particolare si fa riferimento al momento congiunturale del mercato finanziario) è difficile ottenere un finanziamento esterno con tempi di restituzione del capitale superiori a 8-10 anni. Tuttavia, ai fini della presente analisi, si è ritenuto opportuno valutare quanto sia l'incidenza del costo dell'impianto in termini di rate annuali, considerando l'intera durata dell'investimento che deve almeno essere pari al tempo di erogazione della tariffa incentivante (a partire dal 2013 di 20 anni).

A questo punto si hanno a disposizione i valori necessari per impostare la dinamica del costo totale di gestione di un impianto, comprensiva della quota relativa alla spesa per il capitale investito e per l'esercizio e la manutenzione, senza considerare il costo della biomassa per l'alimentazione del digestore, che assume i termini della variabile che si andrà a ricercare.

Per quanto assunto, il costo complessivo per la gestione annuale di un impianto si può ragionevolmente stimare un intervallo compreso tra un valore minimo di 0,06-0,07 euro/kWh (per impianti di potenza elevata) fino a 0,14-0,15 euro/kWh (per impianti di piccola taglia) (grafico 4). Tuttavia, come detto in precedenza, il tempo di restituzione del capitale è stato stimato in 20 anni e questo richiede due ordini di considerazioni nel caso in cui, viceversa, la

**TABELLA 3 - Schema di calcolo della rata del mutuo annuale per costi e saggio di interesse crescenti: tempo di ritorno del capitale pari a 20 anni**

Valore finanziato (euro/kW)	Saggio di interesse (r %)										
	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
3.500	0,029	0,031	0,032	0,034	0,035	0,037	0,038	0,040	0,041	0,043	0,045
4.000	0,034	0,035	0,037	0,038	0,040	0,042	0,044	0,045	0,047	0,049	0,051
4.500	0,038	0,040	0,041	0,043	<b>0,045</b>	<b>0,047</b>	<b>0,049</b>	<b>0,051</b>	<b>0,053</b>	0,055	0,057
5.000	0,042	0,044	0,046	0,048	<b>0,050</b>	<b>0,052</b>	<b>0,054</b>	<b>0,057</b>	<b>0,059</b>	0,061	0,064
5.500	0,046	0,048	0,051	0,053	<b>0,055</b>	<b>0,057</b>	<b>0,060</b>	<b>0,062</b>	<b>0,065</b>	0,067	0,070
6.000	0,050	0,053	0,055	0,058	<b>0,060</b>	<b>0,063</b>	<b>0,065</b>	<b>0,068</b>	<b>0,071</b>	0,073	0,076
6.500	0,055	0,057	0,060	0,062	<b>0,065</b>	<b>0,068</b>	<b>0,071</b>	<b>0,074</b>	<b>0,077</b>	0,080	0,083
7.000	0,059	0,062	0,064	0,067	<b>0,070</b>	<b>0,073</b>	<b>0,076</b>	<b>0,079</b>	<b>0,083</b>	0,086	0,089
7.500	0,063	0,066	0,069	0,072	0,075	0,078	0,082	0,085	0,088	0,092	0,095
8.000	0,067	0,070	0,074	0,077	0,080	0,084	0,087	0,091	0,094	0,098	0,102
8.500	0,071	0,075	0,078	0,082	0,085	0,089	0,093	0,096	0,100	0,104	0,108
9.000	0,076	0,079	0,083	0,086	0,090	0,094	0,098	0,102	0,106	0,110	0,114

Fonte: elaborazione dell'autore da indagine diretta in impianti di biogas.

Nella parte evidenziata in rosso sono riportate le situazioni che con più probabilità si verificano, sia per quanto riguarda il capitale erogato sia il saggio di interesse applicato.

forma di erogazione del credito segua tempistiche differenti:

- il primo periodo di tempo di vita dell'impianto (appunto stimabile nei primi 10 anni) può prevedere uno sforzo finanziario dell'impresa significativo per far fronte al costo del capitale esterno e all'ammortamento in generale; tale situazione richiede massima liquidità e comporta una riduzione sensibile dell'utile per l'impresa;
- il secondo periodo risulta molto meno rischioso e, una volta estinto il debito verso finanziatori esterni, il costo di gestione annuale presenta solo la parte di esercizio e di manutenzione ordinaria e straordinaria.

In conclusione, **l'andamento decrescente dei costi annuali di gestione è dovuto principalmente alla spesa iniziale elevata per la realizzazione degli impianti a potenza ridotta, che si traduce in un aumento dei costi finanziari collegati all'erogazione del mutuo. Quindi, la gestione di ridotte potenze installate (ad esempio inferiori a 200 kW) deve essere opportunamente bilanciata con un approvvigionamento di biomassa a costo molto contenuto; infatti, si deve prevedere l'utilizzo di materia prima organica, come reflui zootecnici o scarti di origine agronomica, e solo di un'eventuale quota di insilati molto ridotta.**

Nel prosieguo dello studio si approfondirà proprio questo aspetto: in base alle nuove tariffe incentivanti e ai costi di gestione annuali di un impianto, qual è il margine di libertà di spesa per l'approvvigionamento della biomassa?

## Quanto incide la tariffa incentivante

Tra gli elementi decisivi per l'attivazione di un impianto e la relativa sostenibilità economica sono determinanti il valore e la durata degli incentivi finanziari per la produzione di energia prodotta e ceduta al gestore di rete. Le disposizioni del dm 6 luglio 2012 hanno modificato in modo sostanziale lo strumento incentivante.

Un altro importante e innovativo elemento di sostegno alla filiera agro-energetica è rappresentato dai premi ag-

**FIGURA 1 - Formula per calcolare il costo colturale di approvvigionamento del mais**

Costo colturale (euro/ha)	Produzione media (t/ha)	Resa energetica (kWh/t)	Costo unitario per energia (euro/kWh)
1.750	55	340	0,0936

giuntivi definiti nel decreto per la cogenerazione ad alto rendimento e per l'utilizzo di tecnologie avanzate per il recupero dell'azoto. L'introduzione di cosiddetti «bonus» per la cogenerazione, per l'abbattimento dell'azoto e per il contenimento delle emissioni, oltre a conseguire auspicabili obiettivi di efficienza energetica e ambientale, contribuisce a un ulteriore criterio di selezione degli impianti, sulla base della redditività potenzialmente ottenibile integrando i vari processi.

La durata dei nuovi incentivi, come definito nell'allegato 1 del decreto, si allunga a 20 anni (rispetto ai 15 anni previsti fino al 2012): tuttavia, è importante ricordare che il valore della tariffa è costante e non rivalutato in base agli effetti dell'inflazione.

Questo nuovo approccio di incentivare la produzione di energia elettrica rinnovabile deve essere opportunamente comparata con i costi prima descritti; **in questa sede l'obiettivo**

**principale è quello di individuare quale sia la marginalità che la gestione di un impianto può avere per l'approvvigionamento oneroso di biomassa classificabile come «prodotto biologico» (in primis insilati di cereali), e di «sottoprodotto biologico» (in particolare effluenti zootecnici);** inoltre, si ricorda che all'aumentare della potenza diminuiscono i costi totali di gestione, ma contemporaneamente si hanno tre scaglioni di tariffe decrescenti distintamente per biomassa di alimentazione (prodotti biologici e sottoprodotti biologici). Per la futura progettazione degli impianti proprio la valutazione delle due dinamiche di costo e di ricavo saranno decisive per individuare la sostenibilità tecnica ed economica del progetto, soprattutto in un'ottica di lungo periodo.

Di seguito si propongono i due scenari principali che si andranno a delineare con probabilità in futuro; in particolare,

si valuta la marginalità che presumibilmente otterranno al fine di determinare la possibilità di spesa per l'approvvigionamento della biomassa.

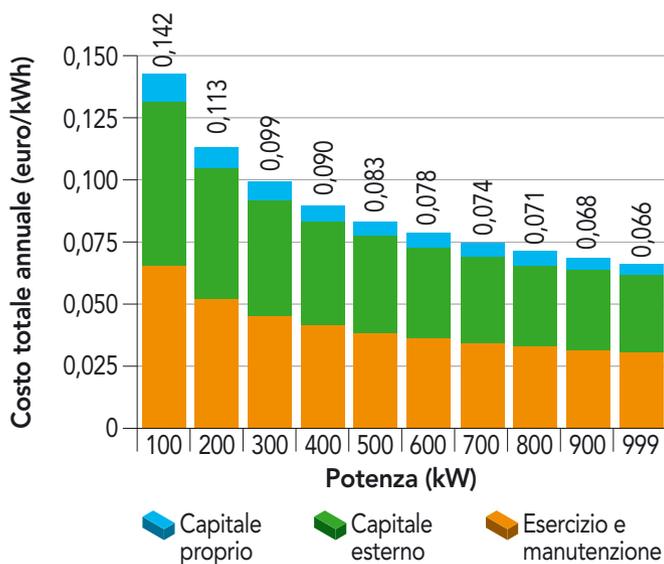
Si ricorda che il costo colturale medio di approvvigionamento dell'insilato di mais (in zone della Pianura Padana) si può mediamente valutare secondo la formula in figura 1.

Tale importo di spesa, compreso tra 9 e 10 centesimi di euro/kWh, non considera l'eventuale affitto dei terreni e il trasporto della biomassa in impianto da distanze considerevoli.

## Impianti a potenza crescente da 100 a 999 kW alimentati a prodotti biologici

La progettazione di un impianto per la produzione di biogas alimentato a colture dedicate pone per il futuro

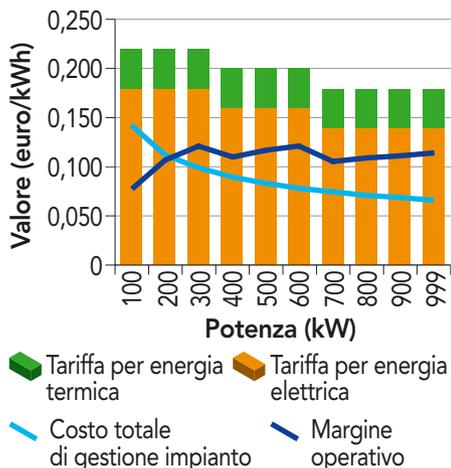
**GRAFICO 4 - Stima della dinamica del costo totale di gestione di un impianto per 20 anni**



Fonte: elaborazione dell'autore da indagine diretta in impianti di biogas.

Il costo complessivo per la gestione annuale di un impianto si può ragionevolmente stimare in un intervallo compreso tra un valore minimo di 0,06-0,07 euro/kWh (per impianti di potenza elevata) e 0,14-0,15 euro/kWh (per impianti di piccola taglia).

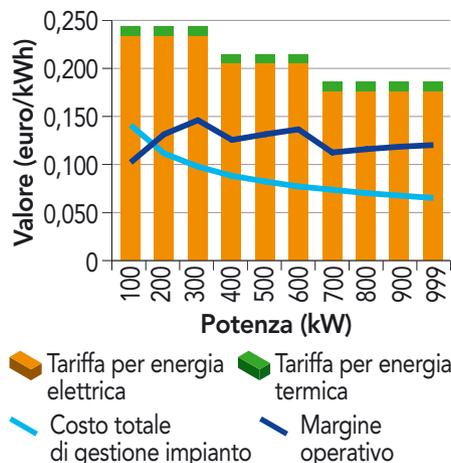
**GRAFICO 5 - Margine operativo per l'approvvigionamento della biomassa in impianti alimentati a colture dedicate**



Il margine operativo oscilla tra 0,078 euro/kWh, valore che non permette di coprire i costi colturali di approvvigionamento della biomassa, e 0,121 euro/kWh, valore che consente di ottenere un utile di gestione di alcuni centesimi di euro per kWh solo nel caso di autoproduzione aziendale.

diverse incognite per ogni taglia di potenza ipotizzata. Infatti dal confronto tra costi totali di gestione dell'impianto e tariffe incentivanti si nota un margine operativo che oscilla tra un valore minimo di 0,078 euro/kWh, che non permette di coprire i costi colturali di approvvigionamento della biomassa, e uno massimo di 0,121 euro/kWh, che consente di ottenere un utile di gestione di alcuni centesimi di euro per kWh solo nel caso di autoproduzione aziendale, mantenendo, però, un elevato grado di rischiosità (grafico 5): i due momenti di maggiore opportunità si hanno per impianti intorno a 299 e 599 kW.

**GRAFICO 6 - Margine operativo per l'approvvigionamento della biomassa in impianti alimentati a sottoprodotti biologici**



I due limiti minimo e massimo del margine operativo sono compresi tra 0,104 e 0,147 euro/kWh, indicando alcune opportunità anche per l'approvvigionamento oneroso della biomassa.

**Impianti a potenza crescente da 100 a 999 kW alimentati a sottoprodotti biologici**

Il secondo scenario prende in considerazione impianti alimentati a sottoprodotti con un impiego massimo di colture dedicate inferiore al 30% in peso. Si assume che l'azienda abbia a disposizione l'effluente zootecnico da utilizzare nel processo di alimentazione del digestore. In questo caso l'esercizio teorico proposto mostra maggiori margini di operatività; infatti, i due limiti minimo e massimo del margine operativo sono compresi tra 0,104 e 0,147 euro/kWh, indicando alcune op-

portunità anche per l'approvvigionamento oneroso della biomassa.

Infatti, si ricorda che l'imprenditore può optare per la progettazione di un impianto a sottoprodotti (nello specifico, effluenti zootecnici), ma ha comunque la possibilità di utilizzare colture dedicate, e in questo caso ha un interessante potere di acquisto da utilizzare sia per la coltivazione dei propri terreni, sia per il reperimento esterno (affitto o acquisto diretto); considerando che si può solo considerare una quota inferiore al 30% della biomassa, la rischiosità rispetto allo scenario precedente si contrae (grafico 6): anche in questo caso i due momenti di maggiore opportunità si hanno per impianti intorno a 299 e 599 kW.

**Le migliori opportunità si hanno con l'uso di sottoprodotti biologici**

In conclusione, si può asserire, pur con la cautela che bisogna avere nel trattare i dati di approcci teorici, che per il futuro l'imprenditore avrà interessanti opportunità per impianti di taglia di potenza diversa nell'ambito dello scenario che utilizza sottoprodotti biologici; inoltre, il margine operativo che si potrà ottenere permette di considerare anche l'eventuale approvvigionamento oneroso della biomassa, nel caso soprattutto si intenda aumentare la potenza da installare.

**Alessandro Ragazzoni**

Dipartimento di scienze agrarie  
Università di Bologna

Per commenti all'articolo, chiarimenti o suggerimenti scrivi a:  
[redazione@informatoreagrario.it](mailto:redazione@informatoreagrario.it)